

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



CERTIFIED COPY

Practitioner's Docket No. U 014847-6

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: CHIN-YUAN HSU

Serial No.: 10/684,540

Group No.: 2838

Filed: OCTOBER 14, 2003

Examiner: N/A

For: CONTROL METHOD AND SYSTEM FOR MOTOR

Commissioner for Patents

P. O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY**

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country: TAIWAN (ROC)

Application  
Number: 091123765

Filing Date: OCTOBER 15, 2002

**WARNING:** "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 C.F.R. 1.4(f) (emphasis added).

---

**CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. 1.8a)**

I hereby certify that this correspondence is, on the date shown below, being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to the Commissioner for Patents, P. O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Date: April 8, 2004 \_\_\_\_\_

Signature

JULIAN H. COHEN

(type or print name of person certifying)

Reg. No. 20,302

Tel. No.: (212)708-1887

Customer No.: 00140



SIGNATURE OF PRACTITIONER

JULIAN H. COHEN

(type or print name of practitioner)

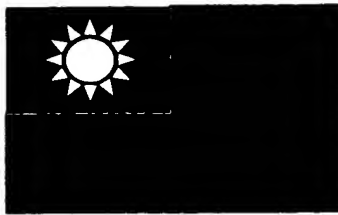
LADAS & PARRY

P.O. Address

26 WEST 61<sup>ST</sup> STREET

NEW YORK, NEW YORK 10023

NOTE: "The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent, if the foreign application is referred to in the oath or declaration, as required by § 1.63." 37 C.F.R. 1.55(a).



J.N. 10/684,540  
Group NO.: 2838  
W014847-6

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2002 年 10 月 15 日  
Application Date

申請案號：091123765  
Application No.

申請人：國立高雄應用科技大學  
Applicant(s)

局長  
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2004 年 3 月 23 日  
Issue Date

發文字號：09320276880  
Serial No.

申請日期	91.10.15
案 號	91123765
類 別	

91123765 A4  
C4

(以上各欄由本局填註):

# 發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	脈寬調變電流控制方法及其控制系統
	英 文	PULSE WIDTH MODULATION CURRENT CONTROL METHOD AND CONTROL SYSTEM THEREOF
二、發明 創作人	姓 名	徐晉元 Hsu, Chin-Yuan
	國 籍	中華民國
	住、居所	高雄縣鳳山市新國街3號11樓 11F, NO. 3, HSIN KUO ST., FENG SHAN CITY, KAOHSIUNG, TAIWAN, R.O.C.
三、申請人	姓 名 (名稱)	徐晉元 Hsu, Chin-Yuan
	國 籍	中華民國
	住、居所 (事務所)	高雄縣鳳山市新國街3號11樓 11F, NO. 3, HSIN KUO ST., FENG SHAN CITY, KAOHSIUNG, TAIWAN, R.O.C.
	代 表 人 姓 名	

裝

訂

線

## 四、中文發明摘要(發明之名稱：)

## 脈寬調變電流控制方法及其控制系統

一種脈寬調變電流控制方法及其控制系統，特別是有關於應用在馬達(如交流馬達)的一種微算記憶式脈寬調變電流控制方法(Micro-programming & Memory PWM Current Control Method)。本發明的脈寬調變電流控制方法，係利用電腦執行相關的微程式計算，藉以獲得與三角波電壓訊號比較的三個電壓訊號，再透過變頻器的處理而獲得輸入交流馬達的三相輸入電壓，使得交流馬達所輸出的電流符合使用者的要求，且沒有相位落後的情況，電流中的雜訊亦大幅降低。

**PULSE WIDTH MODULATION CURRENT CONTROL**  
英文發明摘要(發明之名稱：)  
**METHOD AND CONTROL SYSTEM THEREOF**

A pulse width modulation (PWM) current control method and the control system thereof are disclosed, and particularly to a micro-programming & memory PWM current control method is utilized in a motor, such as an AC motor. According to the present invention, a related micro-program is performed to obtain three voltage signals which are compared with a triangle-wave voltage signal respectively. Then, three phase input voltages, which are inputted to the AC motor, are obtained after process of inverter. Therefore, the current outputted from the AC motor can meet the requirement of user, and meanwhile, phase lagging is not occurred, and noise in the current is decreased enormously.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

## 五、發明說明( )

### 發明領域：

本發明是有關於一種脈寬調變電流控制方法(Pulse Width Modulation Current Control Method; PWM Current Control Method)及其控制系統，且特別是有關於應用在馬達(如交流馬達)上的一種微算記憶式脈寬調變電流控制方法(Micro-programming & Memory PWM Current Control Method)，藉微程式計算以準確控制馬達輸出的交流電流。

### 發明背景：

在自動化工業應用上常需使用各種馬達來驅動機械負載，以完成各種變速及定位的工作，其中最常被應用的驅動器為各型之交流、直流馬達。因直流馬達控制較為容易，故早期的工業界大多使用直流馬達作為驅動器，但是，由於直流馬達的構造複雜，體積大，價格高，尤其電刷及換向片容易磨損，需要額外維修保養，因此限制了使用場合。反觀交流馬達，其結構簡單堅固，轉子轉動慣量小、起動轉矩大的特性，能承受較高的轉速及較大的過載量，適合在惡劣環境中工作等優點，再加上處理器、電力電子和電機控制技術的進步，使得交流馬達逐漸取代直流馬達，成為工業用伺服驅動器的主流。

第 1 圖係繪示應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，控制系統中運作模組的连接示意圖。如第 1 圖所示，應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法的控制系統主要是由差動運算子(Difference Operator)12、比例積分控制器

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂

## 五、發明說明( )

(PI Controller)14、比較器 16 和變頻器(Inverter)18，如切換式變頻器(Switch-mode Inverter)所構成。

應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，使用者將三相的參考電流 20 輸入差動運算子 12，差動運算子 12 再將此三相的參考電流 20 與交流馬達 10(如感應馬達)輸出的三相定子電流 22 進行比較，藉以獲得三相定子電流與三相參考電流之間的差值。接著，分別將此三個差值輸入比例積分控制器 14，以硬體電路計算而獲得三相的控制電壓，再利用差動運算子 12 將此三相的控制電壓與三角波電壓訊號 24 作比較而獲得三個比較電壓。然後，差動運算子 12 輸出此三個比較電壓至比較器 16 進行處理，比較器 16 再輸出三個開關訊號至變頻器 18，藉以控制變頻器 18 中開關的動作，從而產生輸入交流馬達 10 的三相電壓。

然而，應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，由於差動運算子 12 和比例積分控制器 14 等皆是由硬體電路實施，在訊號轉換和運算，特別是在快速變動的電流控制情況時，因硬體電路運作上的限制，交流馬達 10 輸出的三相定子電流 22 與使用者要求的有所落差，而且其中亦摻雜有不少雜訊，此交流馬達 10 的電流輸出之準確度因而下降，從而影響此交流馬達 10 所驅動的負載之運作。

請參考第 2a 圖、第 2b 圖、第 3a 圖、第 3b 圖和第 3c 圖，第 2a 圖所繪示為應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，A 相參考電流波形圖；第 2b 圖所繪示為應用習知

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂



## 五、發明說明( )

比例積分脈寬調變電流控制方法時，感應馬達輸出的 A 相定子電流波形圖；第 3a 圖所繪示為根據第 2a 圖和第 2b 圖，應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，感應馬達輸出的 A 相定子電流與 A 相參考電流的比較波形圖；第 3b 圖所繪示為應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，感應馬達輸出的 B 相定子電流與 B 相參考電流的比較波形圖；以及第 3c 圖所繪示為應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，感應馬達輸出的 C 相定子電流與 C 相參考電流的比較波形圖。

由第 2a 圖、第 2b 圖、第 3a 圖、第 3b 圖和第 3c 圖中可看出，感應馬達輸出的三相電流 ( $I_{AS,actual}$ 、 $I_{BS,actual}$  和  $I_{CS,actual}$ ) 與使用者提供的三相參考電流 ( $I_{A,ref}$ 、 $I_{B,ref}$  和  $I_{C,ref}$ ) 之間存在相位落後的情況，所以感應馬達輸出的三相電流未能符合使用者的要求。

又若以電腦 (PC) 利用軟體模擬比例積分控制器來運作習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，請參考第 4a 圖、第 4b 圖、第 5a 圖、第 5b 圖和第 5c 圖，第 4a 圖所繪示為應用 PC 模擬比例積分控制器執行運作時，A 相參考電流波形圖；第 4b 圖所繪示為應用 PC 模擬比例積分控制器執行運作時，感應馬達輸出的 A 相定子電流波形圖；第 5a 圖所繪示為根據第 4a 圖和第 4b 圖，應用 PC 模擬比例積分控制器執行運作時，感應馬達輸出的 A 相定子電流與 A 相參考電流的比較波形圖；第 5b 圖所繪示為應用 PC 模擬比例積

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

後

## 五、發明說明( )

分控制器執行運作時，感應馬達輸出的 B 相定子電流與 B 相參考電流的比較波形圖；以及第 5c 圖所繪示為應用 PC 模擬比例積分控制器執行運作時，感應馬達輸出的 C 相定子電流與 C 相參考電流的比較波形圖。

從第 4a 圖、第 4b 圖、第 5a 圖、第 5b 圖和第 5c 圖中可看出，由於以 PC 利用軟體模擬比例積分控制器，使得訊號處理過程中的雜訊毫無保留地被放大，致使感應馬達輸出的三相電流 ( $I_{AS,actual}$ 、 $I_{BS,actual}$  和  $I_{CS,actual}$ ) 摻雜有許多雜訊，嚴重影響感應馬達驅動的設備與裝置。

發明目的及概述：

鑒於上述之發明背景中，一般使用習知比例積分脈寬調變電流控制方法於交流馬達時，交流馬達輸出的三相電流與使用者要求的有所落差，而且其中亦摻雜有不少雜訊，此交流馬達的電流輸出之準確度因而下降，從而影響此交流馬達所驅動的負載之運作。本發明針對上述的缺點，提供一種脈寬調變電流控制方法及其控制系統來解決習知的問題。

本發明的主要目的為本發明提供一種脈寬調變電流控制方法及其控制系統，其中係根據交流馬達(如感應馬達)的馬達參數、使用者輸入的參考電流及馬達輸出的三相電流等，利用電腦執行相關的微程式(Micro-programming)及利用記憶模組儲存微程式的計算結果，再將此計算結果與三角波電壓訊號作比較後得出三相開關訊號，最後變頻器(如切換式變頻器)根據此三相開關訊號來切換開關，從而產生輸出

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

查

## 五、發明說明( )

至交流馬達的三相定子電壓。應用本發明於交流馬達的電流控制後，交流馬達輸出的三相電流與使用者要求的完全相同且沒有相位落後，電流雜訊亦得以去除。

根據以上所述之目的，本發明提供一種脈寬調變電流控制方法，至少包括下列步驟：提供交流馬達之馬達參數；提供 d 座標軸參考電流 ( $I_{d,ref}$ ) 和 q 座標軸參考電流 ( $I_{q,ref}$ )；提供交流馬達目前所輸出之第一輸出電流 ( $i_{ds}(t)$ ) 和第二輸出電流 ( $i_{qs}(t)$ )；提供交流馬達於一取樣週期 ( $T_s$ ) 前所輸出之第三輸出電流 ( $i_{ds}(t-T_s)$ ) 和第四輸出電流 ( $i_{qs}(t-T_s)$ )；根據馬達參數、d 座標軸參考電流、q 座標軸參考電流、第一輸出電流、第二輸出電流、第三輸出電流、第四輸出電流和取樣週期，微算記憶 PWM 控制模組執行一計算步驟，利用方程式： $V_{ds} = L_{\sigma} \frac{di_{ds}}{dt} - L_{\sigma} \omega_e i_{qs} + E_{ds}$  和  $V_{qs} = L_{\sigma} \frac{di_{qs}}{dt} + L_{\sigma} \omega_e i_{ds} + E_{qs}$  進行運算，藉以獲得  $V_{ds}$  和  $V_{qs}$ ，其中  $i_{ds}$  為 d 座標軸的定子電流， $i_{qs}$  為 q 座標軸的定子電流， $\omega_e$  為 d-q 座標軸的旋轉角速度 (亦為電氣角速度)， $L_{\sigma}$  為洩漏電感， $V_{ds}$  為 d 座標軸上的定子電壓， $V_{qs}$  為 q 座標軸上的定子電壓， $\frac{di_{ds}}{dt}$  係表示 d 座標軸定子的參考電流與感應馬達目前的 d 座標軸定子電流在取樣週期內之差值的微分， $\frac{di_{qs}}{dt}$  係表示 q 座標軸定子的參考電流與感應馬達目前的 q 座標軸定子電流在取樣週期內之差值的微分， $E_{ds}$  為 d 座標軸上

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

頁

## 五、發明說明( )

定子的等效反電勢，可由方程式： $E_{ds} = V_{ds} - L_{\sigma} \frac{di_{ds}}{dt} + L_{\sigma} \omega_e i_{qs}$  計算而獲得，當中  $\frac{di_{ds}}{dt}$  係表示感應馬達目前的 d 座標軸定子電流與感應馬達前次的 d 座標軸定子電流在取樣時間 ( $T_s$ ) 內之差值的微分， $E_{qs}$  為 q 座標軸上定子的等效反電勢，可由方程式： $E_{qs} = V_{qs} - L_{\sigma} \frac{di_{qs}}{dt} - L_{\sigma} \omega_e i_{ds}$  計算而獲得，當中  $\frac{di_{qs}}{dt}$  表示感應馬達目前的 q 座標軸定子電流與感應馬達前次的 q 座標軸定子電流在取樣時間 ( $T_s$ ) 內之差值的微分，而上述之  $V_{ds}$  和  $V_{qs}$  經過座標轉換後可獲得第一馬達電壓 ( $V_{AS}$ )、第二馬達電壓 ( $V_{BS}$ ) 和第三馬達電壓 ( $V_{CS}$ )，然後將第一馬達電壓乘以三角波電壓訊號的峰值後再除以變頻器的操作電壓之一半，以獲得第一控制電壓 ( $V_{a,control}$ )，將第二馬達電壓乘以三角波電壓訊號的該峰值後再除以變頻器的操作電壓之一半，以獲得第二控制電壓 ( $V_{b,control}$ )，將第三馬達電壓乘以三角波電壓訊號的該峰值後再除以變頻器的操作電壓之一半，以獲得第三控制電壓 ( $V_{c,control}$ )；執行比較步驟，將第一控制電壓與三角波電壓訊號進行比較，藉以獲得第一開關訊號，將第二控制電壓與三角波電壓訊號進行比較，藉以獲得第二開關訊號，將第三控制電壓與三角波電壓訊號進行比較，藉以獲得第三開關訊號；以及根據第一開關訊號、第二開關訊號和第三開關訊號，執行變頻步驟，藉以獲得輸入交流馬達之第一輸入電壓、第二輸入電壓和第三輸入電壓，並將第一輸入電壓、第二輸入電壓和第三輸入

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明( )

電壓輸入交流馬達。

另外，本發明提供的脈寬調變電流控制系統，至少包括：微算記憶 PWM 控制模組，係用以接收使用者所輸入之 d 座標軸參考電流和 q 座標軸參考電流，以及儲存交流馬達所輸出之第一相電壓、第二相電壓、第三相電壓、第一相電流、第二相電流和第三相電流，並據此執行計算步驟以獲得第一控制電壓、第二控制電壓和第三控制電壓；比較模組，用以接收第一控制電壓、第二控制電壓和第三控制電壓，並將此第一控制電壓、第二控制電壓和第三控制電壓分別與三角波電壓訊號進行比較，藉以獲得第一開關訊號、第二開關訊號和第三開關訊號；以及變頻器，根據第一開關訊號、第二開關訊號和第三開關訊號分別控制變頻器中之第一開關、第二開關和第三開關的動作，以獲得輸入交流馬達之第一輸入電壓、第二輸入電壓和第三輸入電壓。

發明詳細說明：

本發明之微算記憶式脈寬調變電流控制方法，係應用在交流馬達上，特別是應用在感應馬達上，從而使交流馬達的輸出電流符合使用者的要求，亦即交流馬達的輸出電流與使用者要求的參考電流之大小及相位等完全一致，同時可大幅降低交流馬達的輸出電流之雜訊。接著，以本發明應用在感應馬達時作一例子，藉以說明本發明之微算記憶式脈寬調變電流控制方法的原理及實施方法，然而此例子並未限定本發

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

名

## 五、發明說明( )

明的應用範圍，且本發明當可應用在其他交流馬達、直流馬達及各類馬達上。

請參考第 6 圖，其所繪示為應用本發明之一實施例的時候，其控制系統中運作模組的連接示意圖。如第 6 圖所示，控制系統至少需要微算記憶 PWM 控制模組 102、PWM 比較器 104 及變頻器(如切換式變頻器 106)來實施本發明之微算記憶式脈寬調變電流控制方法，其中微算記憶 PWM 控制模組 102 係利用電腦搭配相關的微程式(Micro-program)及控制程式實施之。

當應用本發明於感應馬達 100 時，首先，將感應馬達 100 的相關馬達參數(如洩漏電感  $L_\sigma$ )和三相參考電流 108(例如：A 相的  $I_{A,ref}$ 、B 相的  $I_{B,ref}$  和 C 相的  $I_{C,ref}$ )輸入至微算記憶 PWM 控制模組 102，利用微算記憶 PWM 控制模組 102 中的微程式計算出三相控制電壓(例如：關於 A 相的控制電壓  $v_{a,control}$ 、關於 B 相的控制電壓  $v_{b,control}$  和關於 C 相的控制電壓  $v_{c,control}$ )，然後將此三相控制電壓輸入至 PWM 比較器 104 分別與三角波電壓訊號( $v_{Tri}$ )110 進行比較，藉以獲得三相開關訊號。最後，將此三相開關訊號輸入至切換式變頻器 106，透過三相開關訊號來控制切換式變頻器 106 中開關 A、開關 B 和開關 C 的動作(第 6 圖中未繪示)，讓切換式變頻器 106 輸出三相輸入電壓(例如：A 相的  $v_A$ 、B 相的  $v_B$  和 C 相的  $v_C$ )至感應馬達 100，使得感應馬達 100 根據此三相輸入電壓而輸出三相定子電流 112(例如：A 相的  $I_{AS,actual}$ 、B

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明( )

相的  $I_{BS,actual}$  和 C 相的  $I_{CS,actual}$ ), 而此三相定子電流 112 係回饋至微算記憶 PWM 控制模組 102, 且與輸入微算記憶 PWM 控制模組 102 的三相參考電流 108 相同。

接著, 以下的描述係有關於微算記憶 PWM 控制模組 102 中, 微程式如何利用三相參考電流 108 計算出輸入感應馬達 100 的三相輸入電壓之相關原理及運作流程(示於第 7 圖)。

首先, 感應馬達 100 在 d-q 座標軸上的動態方程式如方程式(1)所示。

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_{ds} \\ i_{qs} \\ \lambda_{dr} \\ \lambda_{qr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\left(\frac{r_s}{L_\sigma} + \frac{\dot{r}_r \times L_M^2}{L_\sigma \times L_{rr}^2}\right) & \omega_e & \frac{\dot{r}_r \times L_M}{L_\sigma \times L_{rr}^2} & \omega_e \times \frac{L_M}{L_\sigma \times L_{rr}} \\ -\omega_e & -\left(\frac{r_s}{L_\sigma} + \frac{\dot{r}_r \times L_M^2}{L_\sigma \times L_{rr}^2}\right) & -\omega_e \times \frac{L_M}{L_\sigma \times L_{rr}} & \frac{\dot{r}_r \times L_M}{L_\sigma \times L_{rr}^2} \\ \dot{r}_r \times \frac{L_M}{L_{rr}} & 0 & \frac{\dot{r}_r}{L_{rr}} & (\omega_e - \omega_r) \\ 0 & \dot{r}_r \times \frac{L_M}{L_{rr}} & -(\omega_e - \omega_r) & \frac{\dot{r}_r}{L_{rr}} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_{ds} \\ i_{qs} \\ \lambda_{dr} \\ \lambda_{qr} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L_\sigma} & 0 \\ 0 & \frac{1}{L_\sigma} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} V_{ds} \\ V_{qs} \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中  $i_{ds}$  為 d 座標軸的定子電流,  $i_{qs}$  為 q 座標軸的定子電流,  $\lambda_{dr}$  為轉子於 d 座標軸的磁通鏈,  $\lambda_{qr}$  為轉子於 q 座標軸的磁通鏈,  $r_r$  為轉子每相電阻,  $r_s$  為定子每相電阻,  $L_{rr}$  為轉子線圈的電感,  $L_M$  為定子與轉子線圈間的電感,  $\omega_e$  為 d-q 座標軸的旋轉角速度(亦為電氣角頻率),  $\omega_r$  為轉子的電氣角速度,  $V_{ds}$  為 d 座標軸上的定子電壓,  $V_{qs}$  為 q 座標軸上

## 五、發明說明( )

的定子電壓。

另外， $L_{\sigma}$  為洩漏電感 ( $L_{\sigma} = \left(1 - \frac{L_M^2}{L_{ss} \times L_{rr}}\right) \times L_{ss} = \frac{L_{ss}L_{rr} - L_M^2}{L_{rr}}$ )，其

中  $L_{ss}$  為定子線圈的電感。

方程式(1)經過重新整理後，可分別獲得有關於感應馬達 100 在 d 座標軸上的定子電壓  $V_{ds}$  的方程式(2)，以及在 q 座標軸上的定子電壓  $V_{qs}$  的方程式(3)。

$$V_{ds} = L_{\sigma} \frac{di_{ds}}{dt} - L_{\sigma} \omega_e i_{qs} - \omega_r \frac{L_M}{L_{rr}} \lambda_{qr} + \left( r_s + r_r \frac{L_M^2}{L_{rr}^2} \right) \times i_{ds} - r_r \frac{L_M}{L_{rr}^2} \lambda_{dr} \quad (2)$$

$$V_{qs} = L_{\sigma} \frac{di_{qs}}{dt} + L_{\sigma} \omega_e i_{ds} + \omega_r \frac{L_M}{L_{rr}} \lambda_{dr} + \left( r_s + r_r \frac{L_M^2}{L_{rr}^2} \right) \times i_{qs} - r_r \frac{L_M}{L_{rr}^2} \lambda_{qr} \quad (3)$$

接著，根據方程式(2)和方程式(3)，分別定義 d 座標軸上定子的等效反電勢  $E_{ds}$  和 q 座標軸上定子的等效反電勢  $E_{qs}$ ，如方程式(4)和方程式(5)所示。

$$E_{ds} = -\omega_r \frac{L_M}{L_{rr}} \lambda_{qr} + \left( r_s + r_r \frac{L_M^2}{L_{rr}^2} \right) \times i_{ds} - r_r \frac{L_M}{L_{rr}^2} \lambda_{dr} \quad (4)$$

$$E_{qs} = +\omega_r \frac{L_M}{L_{rr}} \lambda_{dr} + \left( r_s + r_r \frac{L_M^2}{L_{rr}^2} \right) \times i_{qs} - r_r \frac{L_M}{L_{rr}^2} \lambda_{qr} \quad (5)$$

故此方程式(2)和方程式(3)可簡化成以下的方程式(6)和



## 五、發明說明( )

方程式(7)。

$$V_{ds} = L_{\sigma} \frac{di_{ds}}{dt} - L_{\sigma} \omega_e i_{qs} + E_{ds} \quad (6)$$

$$V_{qs} = L_{\sigma} \frac{di_{qs}}{dt} + L_{\sigma} \omega_e i_{ds} + E_{qs} \quad (7)$$

其中方程式(6)的  $\frac{di_{ds}}{dt}$  係表示 d 座標軸定子的參考電流與感應馬達 100 目前的 d 座標軸定子電流在取樣時間 ( $T_s$ ) 內之差值的微分，如方程式(8)所示。

$$\frac{di_{ds}}{dt} = \frac{i_{ds,ref}(t+T_s) - i_{ds}(t)}{T_s} = \frac{i_{ds2,error}}{T_s} \quad (8)$$

而方程式(7)的  $\frac{di_{qs}}{dt}$  係表示 q 座標軸定子的參考電流與感應馬達 100 目前的 q 座標軸定子電流在取樣時間 ( $T_s$ ) 內之差值的微分，如方程式(9)所示。

$$\frac{di_{qs}}{dt} = \frac{i_{qs,ref}(t+T_s) - i_{qs}(t)}{T_s} = \frac{i_{qs2,error}}{T_s} \quad (9)$$

在本發明中，微算記憶 PWM 控制模組 102 將根據方程式(6)和方程式(7)來計算出 d 座標軸定子電壓和 q 座標軸定子電壓，d 座標軸定子電壓和 q 座標軸定子電壓經過座標轉

## 五、發明說明( )

換後便可獲得三相馬達電壓(例如：A相的  $v_{AS}$ 、B相的  $v_{BS}$  和 C 相的  $v_{CS}$ )。其中，由於  $L_\sigma$  等為感應馬達的相關參數且為已知，故可直接代入方程式(6)和方程式(7)，而方程式(6)和方程式(7)中的等效反電勢  $E_{ds}$  和等效反電勢  $E_{qs}$  可利用以下的方程式(10)和方程式(11)來估算。

$$E_{ds} = V_{ds} - L_\sigma \frac{di_{ds}}{dt} + L_\sigma \omega_e i_{qs} \quad (10)$$

$$E_{qs} = V_{qs} - L_\sigma \frac{di_{qs}}{dt} - L_\sigma \omega_e i_{ds} \quad (11)$$

其中方程式(10)的  $\frac{di_{ds}}{dt}$  係表示感應馬達 100 目前的 d 座標軸定子電流與感應馬達 100 前次的 d 座標軸定子電流在取樣時間 ( $T_s$ ) 內之差值的微分，如方程式(12)所示。

$$\frac{di_{ds}}{dt} = \frac{i_{ds}(t) - i_{ds}(t - T_s)}{T_s} = \frac{i_{ds1,error}}{T_s} \quad (12)$$

而方程式(11)的  $\frac{di_{qs}}{dt}$  表示感應馬達 100 目前的 q 座標軸定子電流與感應馬達 100 前次的 q 座標軸定子電流在取樣時間 ( $T_s$ ) 內之差值的微分，如方程式(13)所示。

$$\frac{di_{qs}}{dt} = \frac{i_{qs}(t) - i_{qs}(t - T_s)}{T_s} = \frac{i_{qs1,error}}{T_s} \quad (13)$$

## 五、發明說明( )

請同時參考第 6 圖和第 7 圖，第 7 圖所繪示為本發明之脈寬調變電流控制方法的運作流程圖。如第 7 圖所示，應用本發明之脈寬調變電流控制方法時，首先執行資料輸入步驟 150，使用者將感應馬達 100 的相關馬達參數(如感應馬達的洩漏電感  $L_\sigma$ )、參考電流(三相參考電流或 d-q 座標軸定子的參考電流)輸入微算記憶 PWM 控制模組 102。

接著執行轉換步驟 160，微算記憶 PWM 控制模組 102 將感應馬達 100 目前輸出的三相定子電流(A 相的  $I_{as}$ 、B 相的  $I_{bs}$  和 C 相的  $I_{cs}$ )轉換成 d-q 座標軸的定子電流( $I_{ds}$ 、 $I_{qs}$  和  $I_{os}$ )並儲存於記憶模組內(如電腦中的記憶體)，其中當感應馬達 100 輸出的三相定子電流互為平衡時， $I_{os}$  將為零。

然後執行計算步驟 170，微算記憶 PWM 控制模組 102 便利用感應馬達 100 的相關馬達參數(如洩漏電感  $L_\sigma$ )、儲存於記憶模組內感應馬達 100 目前輸出的 d-q 座標軸定子電流、儲存於記憶模組內感應馬達 100 前次輸出的 d-q 座標軸定子電流和 d-q 座標軸定子電壓，以及使用者輸入微算記憶 PWM 控制模組 102 的參考電流，根據方程式(6)、方程式(7)、方程式(8)、方程式(9)、方程式(10)、方程式(11)、方程式(12)和方程式(13)，即可計算出相關的 d-q 座標軸馬達電壓  $V_{ds}$  和  $V_{qs}$ ，此馬達電壓  $V_{ds}$  和  $V_{qs}$  再經過座標轉換成三相馬達電壓(A 相的  $v_{AS}$ 、B 相的  $v_{BS}$  和 C 相的  $v_{CS}$ )。

又若使用者以三相參考電流(A 相的  $I_{A,ref}$ 、B 相的  $I_{B,ref}$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 五、發明說明( )

和 C 相的  $I_{C,ref}$ ) 輸入至微算記憶 PWM 控制模組 102 時，微算記憶 PWM 控制模組 102 便會對此三相參考電流進行座標轉換，獲得關於此三相參考電流的 d-q 座標軸定子之參考電流後，才如上所述進行後續的計算步驟。

然後，根據三相馬達電壓 ( $V_{AS}$ 、 $V_{BS}$  和  $V_{CS}$ )、三角波電壓訊號的峰值 ( $V_{Tri}$ ) 和 PWM 比較器的操作電壓 ( $V_d$ )，利用方程式 (14)、方程式 (15) 和方程式 (16) 分別計算出三相控制電壓 (關於 A 相的控制電壓  $v_{a,control}$ 、關於 B 相的控制電壓  $v_{b,control}$  和關於 C 相的控制電壓  $v_{c,control}$ )。

$$v_{a,control} = (V_{AS} \times V_{Tri}) / (1/2 \times V_d) \quad (14)$$

$$v_{b,control} = (V_{BS} \times V_{Tri}) / (1/2 \times V_d) \quad (15)$$

$$v_{c,control} = (V_{CS} \times V_{Tri}) / (1/2 \times V_d) \quad (16)$$

計算出三相控制電壓後，微算記憶 PWM 控制模組 102 便輸出三相控制電壓至 PWM 比較器 104 以執行比較步驟 180。PWM 比較器 104 利用三角波電壓訊號分別與此三相控制電壓進行比較，藉以獲得三相開關訊號。

然後，執行變頻步驟 190，將三相開關訊號輸入切換式變頻器 106，透過這些開關訊號來控制切換式變頻器 106 中開關 A、開關 B 和開關 C 的動作，從而決定輸入感應馬達

## 五、發明說明( )

100 的三相輸入電壓(例如：A 相的  $v_A$ 、B 相的  $v_B$  和 C 相的  $v_C$ )。由於 PWM 比較器 104 和切換式變頻器 106 的構造及運作等皆為熟知此技術者所了解，故在此不再詳述。

請同時參考第 8a 圖、第 8b 圖、第 9a 圖、第 9b 圖和第 9c 圖，第 8a 圖所繪示為應用本發明之一實施例於感應馬達時，A 相參考電流波形圖，第 8b 圖所繪示為應用本發明之一實施例於感應馬達時，感應馬達輸出的 A 相定子電流波形圖，第 9a 圖所繪示為根據第 8a 圖和第 8b 圖，應用本發明之一實施例於感應馬達時，感應馬達輸出的 A 相定子電流與 A 相參考電流的比較波形圖，第 9b 圖所繪示為應用本發明之一實施例於感應馬達時，感應馬達輸出的 B 相定子電流與 B 相參考電流的比較波形圖，以及第 9c 圖所繪示為應用本發明之一實施例於感應馬達時，感應馬達輸出的 C 相定子電流與 C 相參考電流的比較波形圖。其中，第 8a 圖、第 8b 圖、第 9a 圖、第 9b 圖和第 9c 圖所繪示出的電流波形圖係利用 Matlab 模擬軟體執行本發明之一實施例時所獲得，而且係以準確的感應馬達洩漏電感  $L_\sigma$  代入相關的方程式進行計算。

由第 8a 圖、第 8b 圖、第 9a 圖、第 9b 圖和第 9c 圖可看出，應用本發明之一實施例於感應馬達時，感應馬達輸出的三相定子電流(例如  $I_{AS,actual}$ 、 $I_{BS,actual}$  和  $I_{CS,actual}$ )與使用者要求的三相參考電流(例如  $I_{A,ref}$ 、 $I_{B,ref}$  和  $I_{C,ref}$ )完全相同，並無任何相位落後或相位超前等誤差情況出現，故此本發明解決傳統 PI 脈寬調變電流控制方法的缺點。

## 五、發明說明( )

為了驗證本發明在實施時之強韌性(Robustness)，亦利用 Matlab 模擬軟體執行本發明之一實施例，藉以獲知本發明使用過量的(Excessive)洩漏電感  $L_0$  或不足的(Inadequate)洩漏電感  $L_0$  運作時的情況。當以 1.5 倍於洩漏電感  $L_0$  代入相關的方程式進行計算，所獲得的相關電流波形圖請參考第 10a 圖、第 10b 圖、第 11a 圖、第 11b 圖和第 11c 圖，第 10a 圖所繪示為應用本發明之一實施例於感應馬達且使用過量的漏電感時，A 相參考電流波形圖，第 10b 圖所繪示為應用本發明之一實施例於感應馬達且使用過量的漏電感時，感應馬達輸出的 A 相定子電流波形圖，第 11a 圖所繪示為根據第 10a 圖和第 10b 圖，應用本發明之一實施例於感應馬達且使用過量的漏電感時，感應馬達輸出的 A 相定子電流與 A 相參考電流的比較波形圖，第 11b 圖所繪示為應用本發明之一實施例於感應馬達且使用過量的漏電感時，感應馬達輸出的 B 相定子電流與 B 相參考電流的比較波形圖，以及第 11c 圖所繪示則為應用本發明之一實施例於感應馬達且使用過量的漏電感時，感應馬達輸出的 C 相定子電流與 C 相參考電流的比較波形圖。

由第 10a 圖、第 10b 圖、第 11a 圖、第 11b 圖和第 11c 圖可看出，當應用本發明於感應馬達且以 1.5  $L_0$  代入相關的方程式進行計算時，感應馬達實際輸出的三相定子電流與使用者要求的亦完全相同。

另外，亦利用 Matlab 模擬軟體執行本發明之一實施例，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

電

## 五、發明說明( )

而且係以  $0.5$  倍於洩漏電感  $L$ 。代入相關的方程式進行計算，所獲得的相關電流波形圖請參考第 12a 圖、第 12b 圖、第 13a 圖、第 13b 圖和第 13c 圖，第 12a 圖所繪示為應用本發明之一實施例於感應馬達且使用不足的漏電感時，A 相參考電流波形圖，第 12b 圖所繪示為應用本發明之一實施例於感應馬達且使用不足的漏電感時，感應馬達輸出的 A 相定子電流波形圖，第 13a 圖所繪示為根據第 12a 圖和第 12b 圖，應用本發明之一實施例於感應馬達且使用不足的漏電感時，感應馬達輸出的 A 相定子電流與 A 相參考電流的比較波形圖，第 13b 圖所繪示為應用本發明之一實施例於感應馬達且使用不足的漏電感時，感應馬達輸出的 B 相定子電流與 B 相參考電流的比較波形圖，以及第 13c 圖所繪示則為應用本發明之一實施例於感應馬達且使用不足的漏電感時，感應馬達輸出的 C 相定子電流與 C 相參考電流的比較波形圖。

從第 12a 圖、第 12b 圖、第 13a 圖、第 13b 圖和第 13c 圖可看出，當應用本發明於感應馬達且以  $0.5 L$ 。代入相關的方程式進行計算時，感應馬達實際輸出的三相定子電流與使用者要求的亦完全相同。

故此，透過上述第 8a 圖至第 13c 圖所示之電流波形圖，均顯示出如果計算時所使用的洩漏電感之誤差在  $\pm 50\%$  之內時，應用本發明於交流馬達(如感應馬達)時，同樣可以定頻切換方式達成馬達電流之控制，而且雜訊甚低更無相位落後的缺點。

## 五、發明說明( )

本發明的優點為提供了一種脈寬調變電流控制方法及其控制系統，特別是有關於應用在交流馬達的一種微算記憶式脈寬調變電流控制方法。本發明係利用電腦執行相關的方程式運算，藉以輸出準確的三相控制電壓至 PWM 比較器中，代替傳統脈寬調變電流控制方法中的硬體 PI 控制器，因而使得交流馬達輸出的電流完全符合使用者的要求，而且無相位落後及高雜訊等缺點。

如熟悉此技術之人員所瞭解的，以上所述僅為本發明之較佳實施例而已，並非用以限定本發明之申請專利範圍；凡其它未脫離本發明所揭示之精神下所完成之等效改變或修飾，均應包含在下述之申請專利範圍內。

圖表簡單說明：

本發明的較佳實施例已於前述之說明文字中輔以下列圖表做更詳細的闡述，其中：

第 1 圖係繪示應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，控制系統中運作模組的连接示意圖；

第 2a 圖係繪示應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，A 相參考電流波形圖；

第 2b 圖係繪示應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，感應馬達輸出的 A 相定子電流波形圖；

第 3a 圖係繪示根據第 2a 圖和第 2b 圖，應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，感應馬達輸出的 A 相定子電流與 A 相參考電流的比較波形圖；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂



## 五、發明說明( )

第 3b 圖係繪示應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，感應馬達輸出的 B 相定子電流與 B 相參考電流的比較波形圖；

第 3c 圖係繪示應用習知比例積分脈寬調變電流控制方法時，感應馬達輸出的 C 相定子電流與 C 相參考電流的比較波形圖；

第 4a 圖係繪示應用 PC 模擬比例積分控制器執行運作時，A 相參考電流波形圖；

第 4b 圖係繪示應用 PC 模擬比例積分控制器執行運作時，感應馬達輸出的 A 相定子電流波形圖；

第 5a 圖係繪示根據第 4a 圖和第 4b 圖，應用 PC 模擬比例積分控制器執行運作時，感應馬達輸出的 A 相定子電流與 A 相參考電流的比較波形圖；

第 5b 圖係繪示應用 PC 模擬比例積分控制器執行運作時，感應馬達輸出的 B 相定子電流與 B 相參考電流的比較波形圖；

第 5c 圖係繪示應用 PC 模擬比例積分控制器執行運作時，感應馬達輸出的 C 相定子電流與 C 相參考電流的比較波形圖；

第 6 圖係繪示應用本發明之一實施例的時候，其控制系統中運作模組的连接示意圖；

第 7 圖係繪示本發明之脈寬調變電流控制方法的運作流程圖；

## 五、發明說明( )

第 8a 圖係繪示應用本發明之一實施例於感應馬達時，A 相參考電流波形圖；

第 8b 圖係繪示應用本發明之一實施例於感應馬達時，感應馬達輸出的 A 相定子電流波形圖；

第 9a 圖係繪示根據第 8a 圖和第 8b 圖，應用本發明之一實施例於感應馬達時，感應馬達輸出的 A 相定子電流與 A 相參考電流的比較波形圖；

第 9b 圖係繪示應用本發明之一實施例於感應馬達時，感應馬達輸出的 B 相定子電流與 B 相參考電流的比較波形圖；

第 9c 圖係繪示應用本發明之一實施例於感應馬達時，感應馬達輸出的 C 相定子電流與 C 相參考電流的比較波形圖；

第 10a 圖係繪示應用本發明之一實施例於感應馬達且使用過量的漏電感時，A 相參考電流波形圖；

第 10b 圖係繪示應用本發明之一實施例於感應馬達且使用過量的漏電感時，感應馬達輸出的 A 相定子電流波形圖；

第 11a 圖係繪示根據第 10a 圖和第 10b 圖，應用本發明之一實施例於感應馬達且使用過量的漏電感時，感應馬達輸出的 A 相定子電流與 A 相參考電流的比較波形圖；

第 11b 圖係繪示應用本發明之一實施例於感應馬達且使用過量的漏電感時，感應馬達輸出的 B 相定子電流與 B

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂

## 五、發明說明( )

相參考電流的比較波形圖；

第 11c 圖係繪示應用本發明之一實施例於感應馬達且使用過量的漏電感時，感應馬達輸出的 C 相定子電流與 C 相參考電流的比較波形圖；

第 12a 圖係繪示應用本發明之一實施例於感應馬達且使用不足的漏電感時，A 相參考電流波形圖；

第 12b 圖係繪示應用本發明之一實施例於感應馬達且使用不足的漏電感時，感應馬達輸出的 A 相定子電流波形圖；

第 13a 圖係繪示根據第 12a 圖和第 12b 圖，應用本發明之一實施例於感應馬達且使用不足的漏電感時，感應馬達輸出的 A 相定子電流與 A 相參考電流的比較波形圖；

第 13b 圖係繪示應用本發明之一實施例於感應馬達且使用不足的漏電感時，感應馬達輸出的 B 相定子電流與 B 相參考電流的比較波形圖；以及

第 13c 圖係繪示應用本發明之一實施例於感應馬達且使用不足的漏電感時，感應馬達輸出的 C 相定子電流與 C 相參考電流的比較波形圖。

圖號對照說明：

10	交流馬達	12	差動運算子
14	比例積分控制器	16	比較器
18	變頻器	20	參考電流
22	三相定子電流	24	三角波電壓訊號

## 五、發明說明( )

100	感應馬達		
102	微算記憶 PWM 控制模組		
104	PWM 比較器	106	切換式變頻器
108	三相參考電流	110	三角波電壓訊號
112	三相定子電流	150	資料輸入步驟
160	轉換步驟	170	計算步驟
180	比較步驟	190	變頻步驟

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

檢

## 六、申請專利範圍

1. 一種脈寬調變(Pulse Width Modulation; PWM)電流控制方法，係應用在一馬達，該脈寬調變電流控制方法至少包括：

提供該馬達之一馬達參數；

提供一第一參考電流和一第二參考電流；

提供該馬達目前所輸出之一第一輸出電流和一第二輸出電流；

提供該馬達於一取樣週期前所輸出之一第三輸出電流和一第四輸出電流；

根據該馬達參數、該第一參考電流、該第二參考電流、該第一輸出電流、該第二輸出電流、該第三輸出電流、該第四輸出電流和該取樣週期，一微算記憶 PWM 控制模組執行一計算步驟，藉以獲得一第一控制電壓、一第二控制電壓和一第三控制電壓；

執行一比較步驟，將該第一控制電壓與一比較電壓進行比較，藉以獲得一第一開關訊號，將該第二控制電壓與該比較電壓進行比較，藉以獲得一第二開關訊號，將該第三控制電壓與該比較電壓進行比較，藉以獲得一第三開關訊號；以及

根據該第一開關訊號、該第二開關訊號和該第三開關訊號，執行一變頻步驟，藉以獲得一第一輸入電壓、一第

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 六、申請專利範圍

二輸入電壓和一第三輸入電壓，並將該第一輸入電壓、該第二輸入電壓和該第三輸入電壓輸入該馬達。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中該馬達為一交流馬達。

3.如申請專利範圍第 1 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中該馬達為一感應馬達。

4.如申請專利範圍第 1 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中該馬達為一直流馬達。

5.如申請專利範圍第 1 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中該馬達為一直流無刷馬達。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中該馬達之該馬達參數至少包括該馬達之一洩漏電感。

7.如申請專利範圍第 6 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中該計算步驟至少包括：

利用一第一方程式： $V_{ds} = L_{\sigma} \frac{di_{ds}}{dt} - L_{\sigma} \omega_e i_{qs} + E_{ds}$ 藉以計算出

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂

## 六、申請專利範圍

一 第一 d 座標軸電壓，其中  $L_{\sigma}$  為該馬達之該洩漏電感， $\omega_e$  為該馬達之一 d-q 座標軸的旋轉角速度（亦為電氣角速度）， $V_{ds}$  為該第一 d 座標軸電壓， $i_{qs}$  為該馬達目前所輸出之該第二輸出電流， $\frac{di_{ds}}{dt}$  為該第一參考電流減去該馬達目前所輸出之該第一輸出電流後再除以該取樣周期之結果， $E_{ds}$  為該馬達之一第一等效反電勢，且係利用一第二方程式：
$$E_{ds} = V_{ds} - L_{\sigma} \frac{di_{ds}}{dt} + L_{\sigma} \omega_e i_{qs}$$
計算而獲得，該第二方程式中之  $V_{ds}$  為該馬達於該取樣週期前所輸出之一第二 d 座標軸電壓，該第二方程式中之  $i_{qs}$  為該馬達目前所輸出之該第二輸出電流，該第二方程式中之  $\frac{di_{ds}}{dt}$  為該馬達目前所輸出之該第一輸出電流減去該馬達於該取樣週期前所輸出之該第三輸出電流後再除以該取樣周期之結果；

利用一第三方程式：
$$V_{qs} = L_{\sigma} \frac{di_{qs}}{dt} + L_{\sigma} \omega_e i_{ds} + E_{qs}$$
藉以計算出一第一 q 座標軸電壓，其中  $L_{\sigma}$  為該馬達之該洩漏電感， $\omega_e$  為該馬達之該 d-q 座標軸的旋轉角速度， $V_{qs}$  為該第一 q 座標軸電壓， $i_{ds}$  為該馬達目前所輸出之該第一輸出電流， $\frac{di_{qs}}{dt}$  為該第二參考電流減去該馬達目前所輸出之該第二輸出電流後再除以該取樣周期之結果， $E_{qs}$  為該馬達之一第二等效反電勢，且係利用一第四方程式：
$$E_{qs} = V_{qs} - L_{\sigma} \frac{di_{qs}}{dt} - L_{\sigma} \omega_e i_{ds}$$
計算而獲得，該第四方程式中之  $V_{qs}$  為該馬達於該取樣週期前所輸出之一第二 q 座標軸電壓，該第四方程式中之  $i_{ds}$  為該

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

## 六、申請專利範圍

馬達目前所輸出之該第一輸出電流，該第四方程式中之  $\frac{di_{qs}}{dt}$  為該馬達目前所輸出之該第二輸出電流減去該馬達於該取樣週期前所輸出之該第四輸出電流後再除以該取樣周期之結果；

對該第一 d 座標軸電壓和該第一 q 座標軸電壓執行該座標軸轉換步驟，以獲得一第一馬達電壓、一第二馬達電壓和一第三馬達電壓；

將該第一馬達電壓乘以該比較電壓的一峰值後再除以一變頻器的一操作電壓之一半，以獲得該第一控制電壓；

將該第二馬達電壓乘以該比較電壓的該峰值後再除以該變頻器的該操作電壓之一半，以獲得該第二控制電壓；以及

將該第三馬達電壓乘以該比較電壓的該峰值後再除以該變頻器的該操作電壓之一半，以獲得該第三控制電壓。

8.如申請專利範圍第 7 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中該第一參考電流和該第二參考電流係使用者所輸入之一 d 座標軸參考電流和一 q 座標軸參考電流。

9.如申請專利範圍第 8 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中當一使用者提供一第一相參考電流、一第二相參考電流和一第三相參考電流時，該脈寬調變電流控制方法

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝訂



## 六、申請專利範圍

更包括對該第一相參考電流、該第二相參考電流和該第三相參考電流執行該座標軸轉換步驟，藉以獲得該 d 座標軸參考電流和該 q 座標軸參考電流。

10.如申請專利範圍第 7 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中該馬達目前所輸出之該第一輸出電流和該第二輸出電流為該馬達目前所輸出之一第一 d 座標軸定子電流和一第一 q 座標軸定子電流，以及該馬達於該取樣週期前所輸出之該第三輸出電流和該第四輸出電流為該馬達於該取樣週期前所輸出之一第二 d 座標軸定子電流和一第二 q 座標軸定子電流。

11.如申請專利範圍第 7 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中該取樣週期為 0.2 ms。

12.如申請專利範圍第 7 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中實施該計算步驟之該微算記憶 PWM 控制模組係由一電腦、一記憶模組及一微算程式構成，其中該微算程式至少包括該第一方程式、該第二方程式、該第三方程式和該第四方程式。

13.如申請專利範圍第 12 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中該馬達於該取樣週期前所輸出之該第二 d 座標

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 六、申請專利範圍

軸電壓、該第二 q 座標軸電壓、該第三輸出電流和該第四輸出電流係儲存於該記憶模組內。

14.如申請專利範圍第 1 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中該比較電壓為一三角波電壓訊號，且該比較步驟係利用一比較模組實施之。

15.如申請專利範圍第 1 項所述之脈寬調變電流控制方法，其中該變頻步驟係利用一切換式變頻器(Switch-mode Inverter)實施之，藉以根據該第一開關訊號控制該切換式變頻器中之一第一開關的動作，以獲得該第一輸入電壓，根據該第二開關訊號控制該切換式變頻器中之一第二開關的動作，以獲得該第二輸入電壓，根據該第三開關訊號控制該切換式變頻器中之一第三開關的動作，以獲得該第三輸入電壓。

16.一種脈寬調變電流控制系統，係應用在一馬達，該脈寬調變電流控制系統至少包括：

一微算記憶 PWM 控制模組，係用以接收一使用者所輸入之一 d 座標軸參考電流和一 q 座標軸參考電流，以及儲存該馬達所輸出之一第一相電壓、一第二相電壓、一第三相電壓、一第一相電流、一第二相電流和一第三相電流，並根據該 d 座標軸參考電流、該 q 座標軸參考電流、該第

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

## 六、申請專利範圍

一相電壓、該第二相電壓、該第三相電壓、該第一相電流、該第二相電流和該第三相電流執行一計算步驟以獲得一第一控制電壓、一第二控制電壓和一第三控制電壓；

一比較模組，用以接收該第一控制電壓、該第二控制電壓和該第三控制電壓，並將該第一控制電壓與一比較電壓進行比較，藉以獲得一第一開關訊號，將該第二控制電壓與該比較電壓進行比較，藉以獲得一第二開關訊號，將該第三控制電壓與該比較電壓進行比較，藉以獲得一第三開關訊號；以及

一變頻器，用以根據該第一開關訊號控制該變頻器中之一第一開關的動作，以獲得輸入該馬達之一第一輸入電壓，根據該第二開關訊號控制該變頻器中之一第二開關的動作，以獲得輸入該馬達之一第二輸入電壓，根據該第三開關訊號控制該變頻器中之一第三開關的動作，以獲得輸入該馬達之一第三輸入電壓。

17.如申請專利範圍第 16 項所述之脈寬調變電流控制系統，其中該微算記憶 PWM 控制模組係利用一電腦、一記憶模組及一微算程式構成。

18.如申請專利範圍第 17 項所述之脈寬調變電流控制系統，其中該使用者所輸入之該 d 座標軸參考電流、該 q 座標軸參考電流、該第一相電壓、該第二相電壓、該第三

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝訂

## 六、申請專利範圍

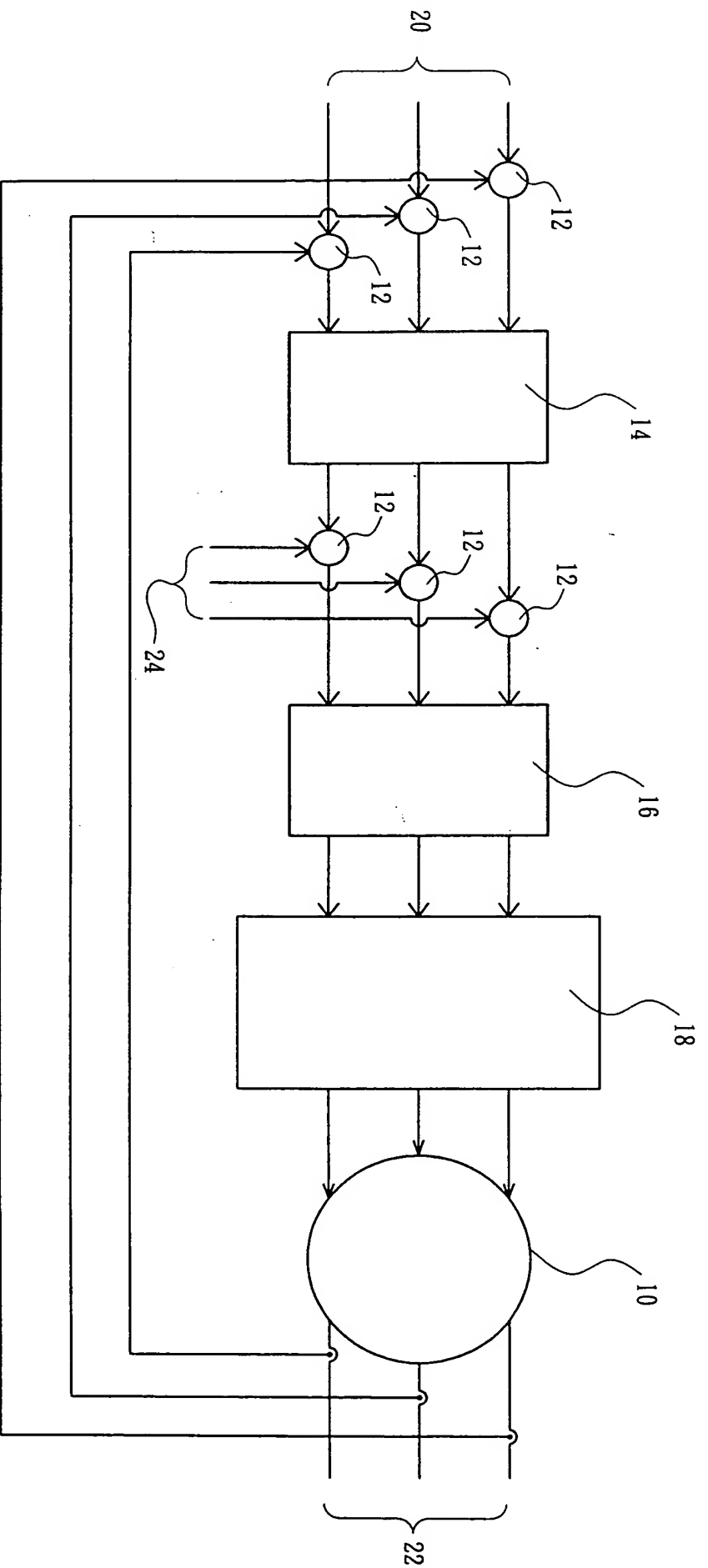
相電壓、該第一相電流、該第二相電流和該第三相電流係儲存於該記憶模組內。

19.如申請專利範圍第 16 項所述之脈寬調變電流控制系統，其中該比較電壓為一三角波電壓訊號。

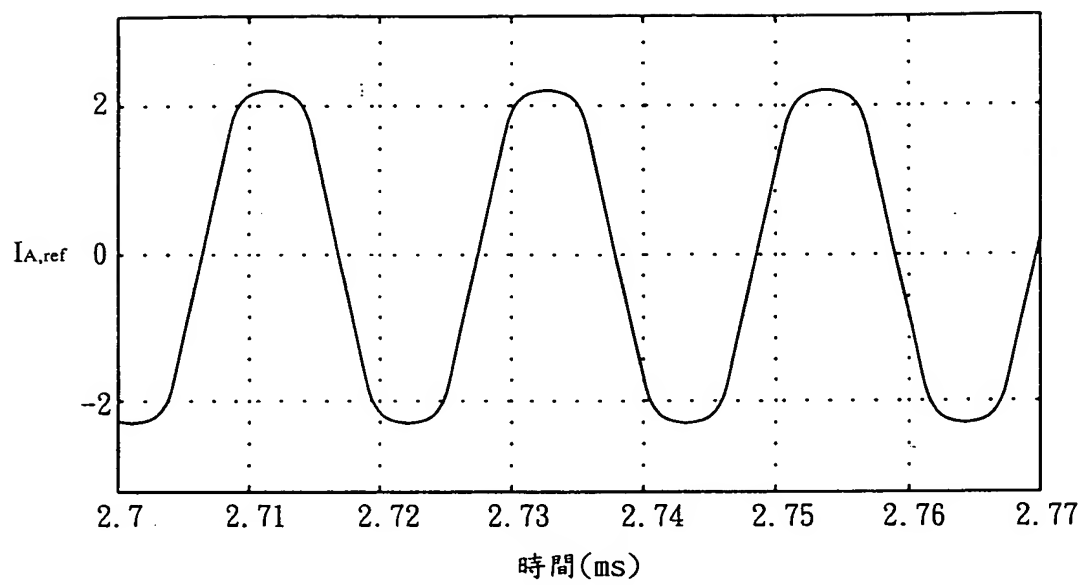
20.如申請專利範圍第 16 項所述之脈寬調變電流控制系統，其中該變頻器為一切換式變頻器。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

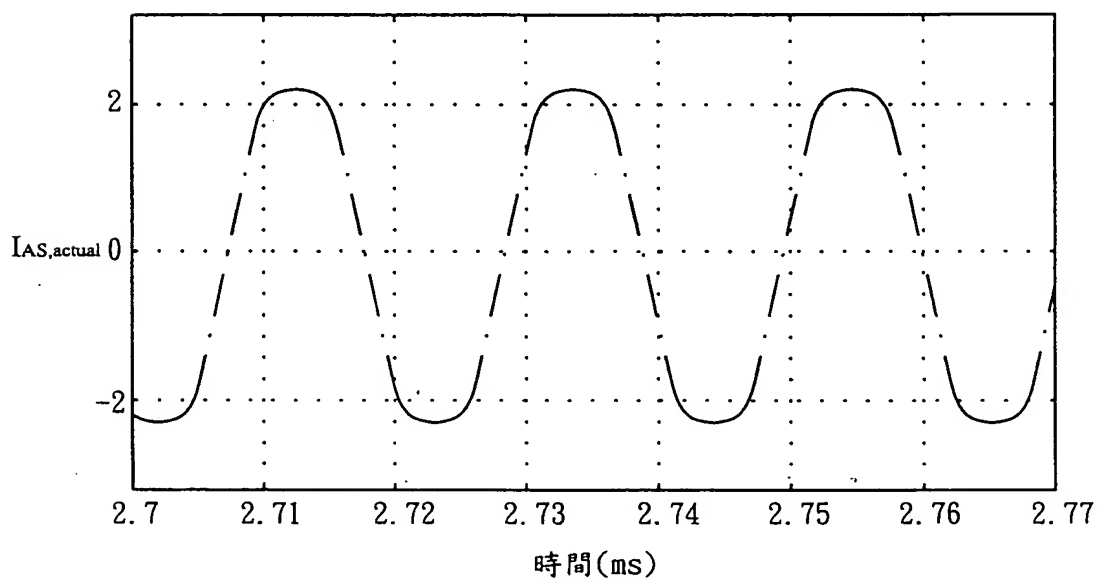
裝  
訂



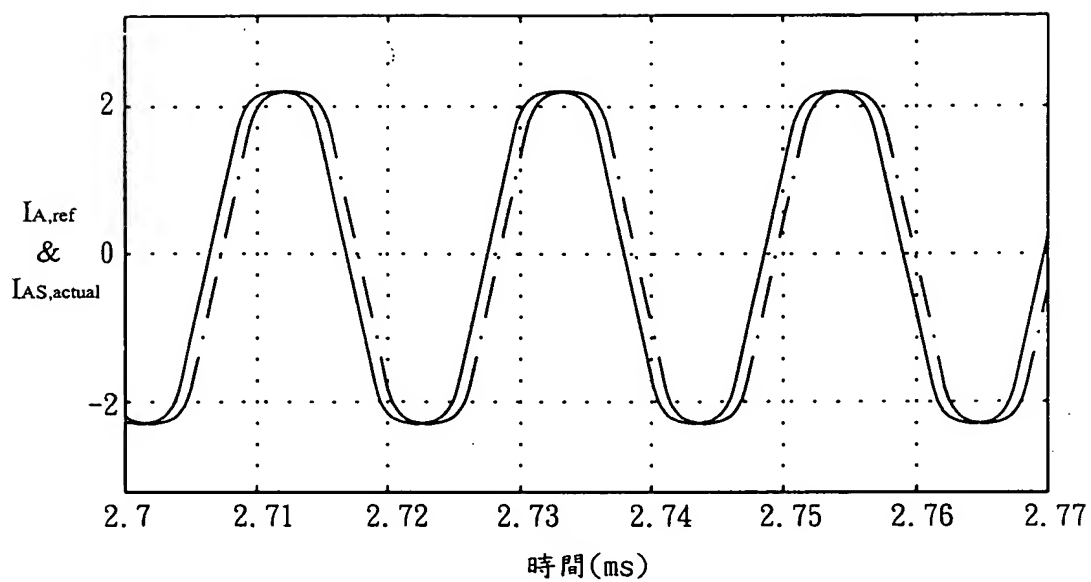
第 1 圖



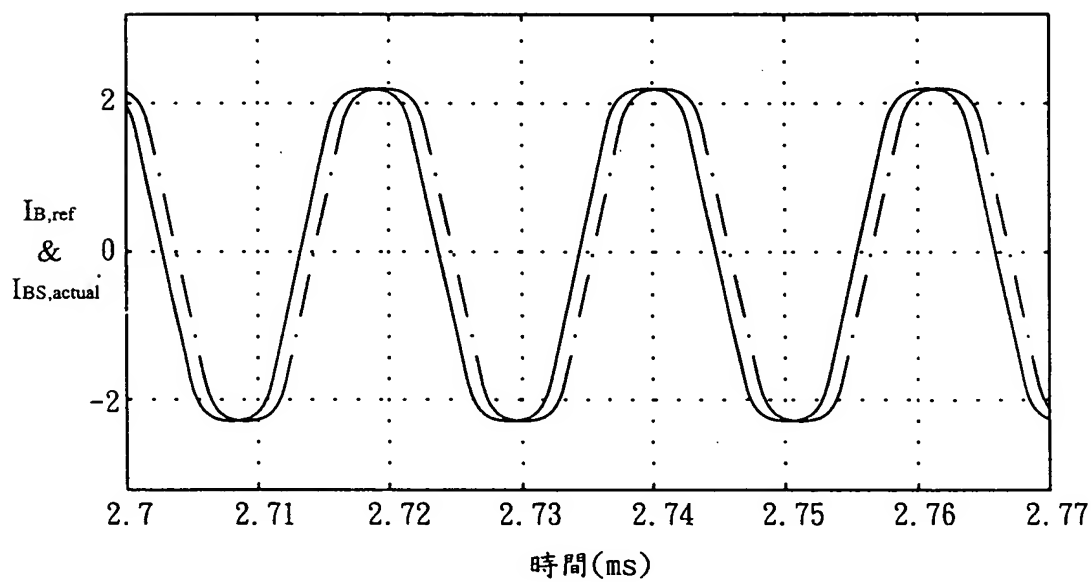
第 2a 圖



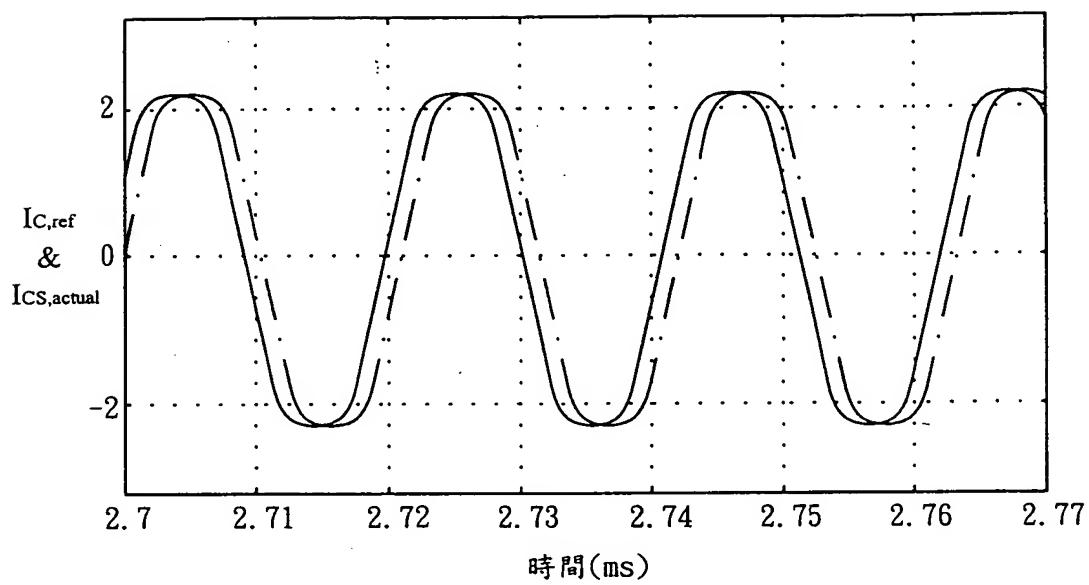
第 2b 圖



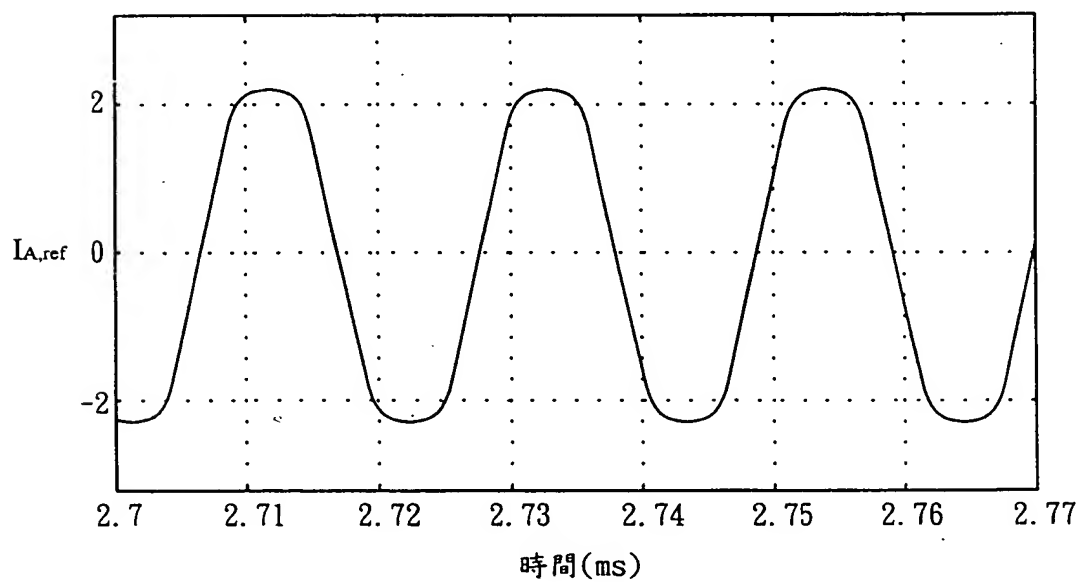
第 3a 圖



第 3b 圖

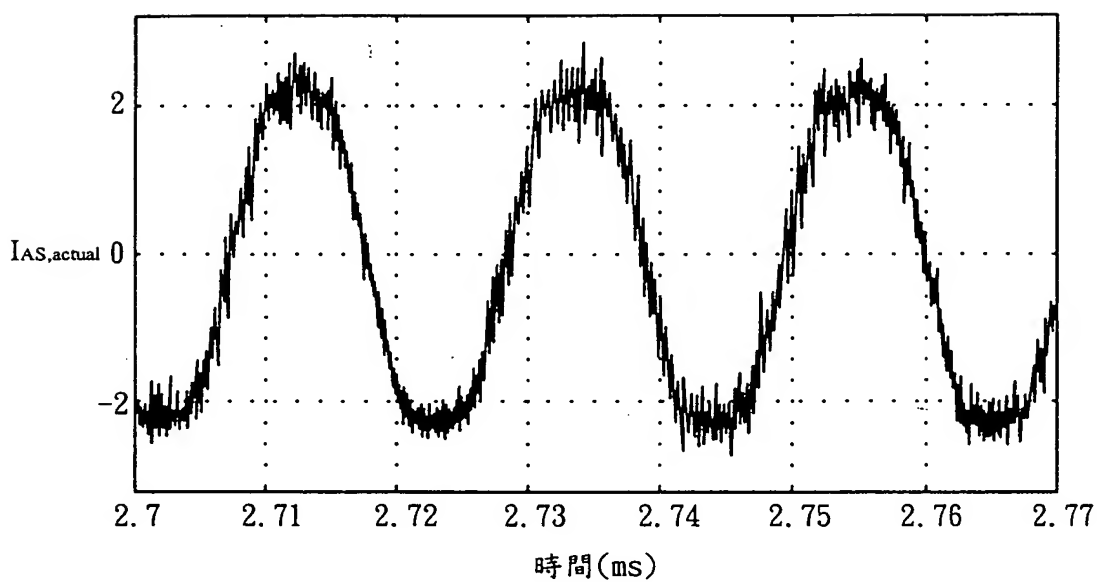


第 3c 圖

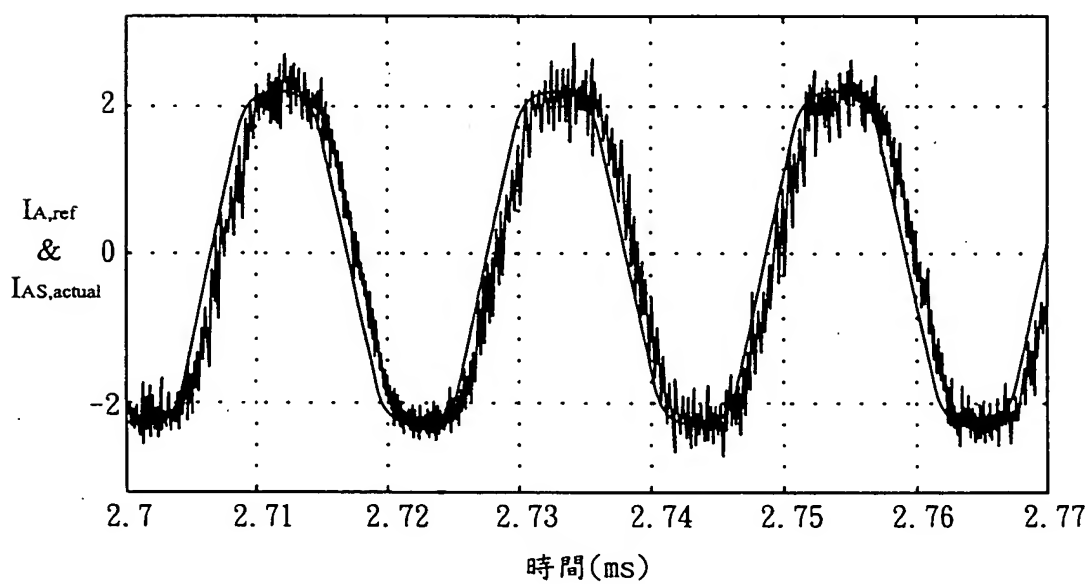


第 4a 圖

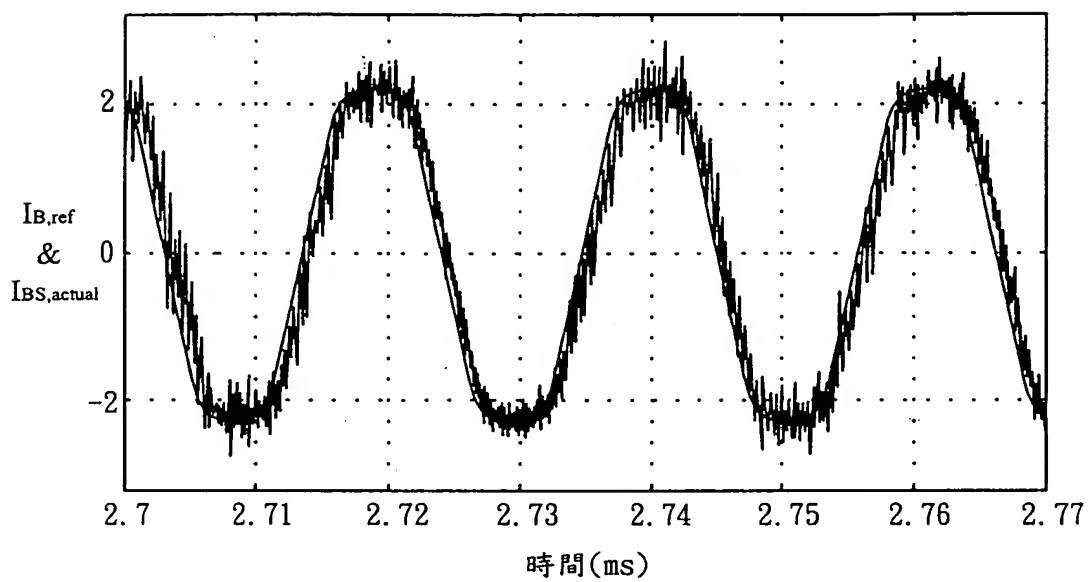




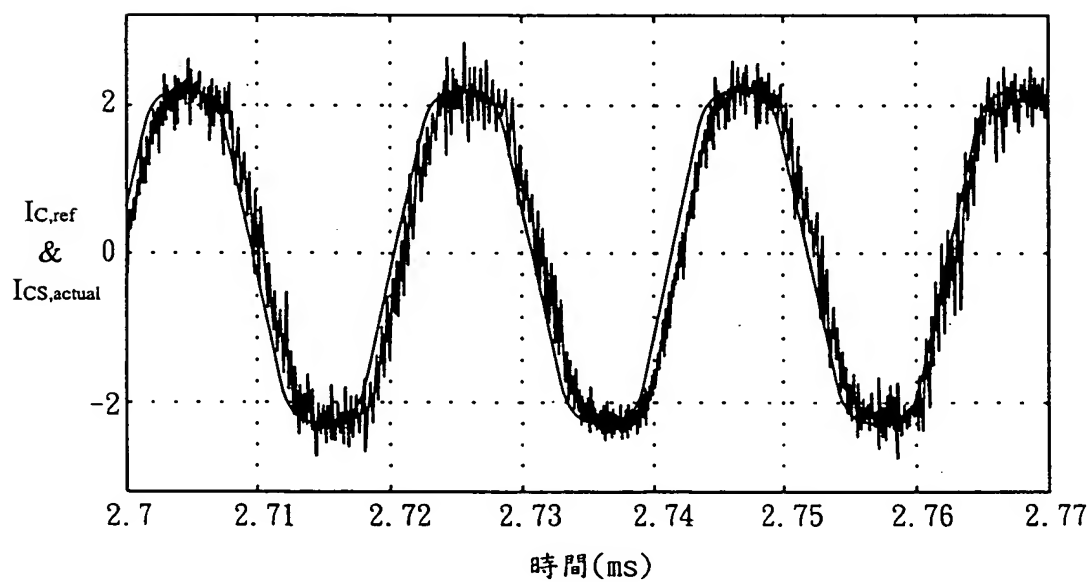
第 4b 圖



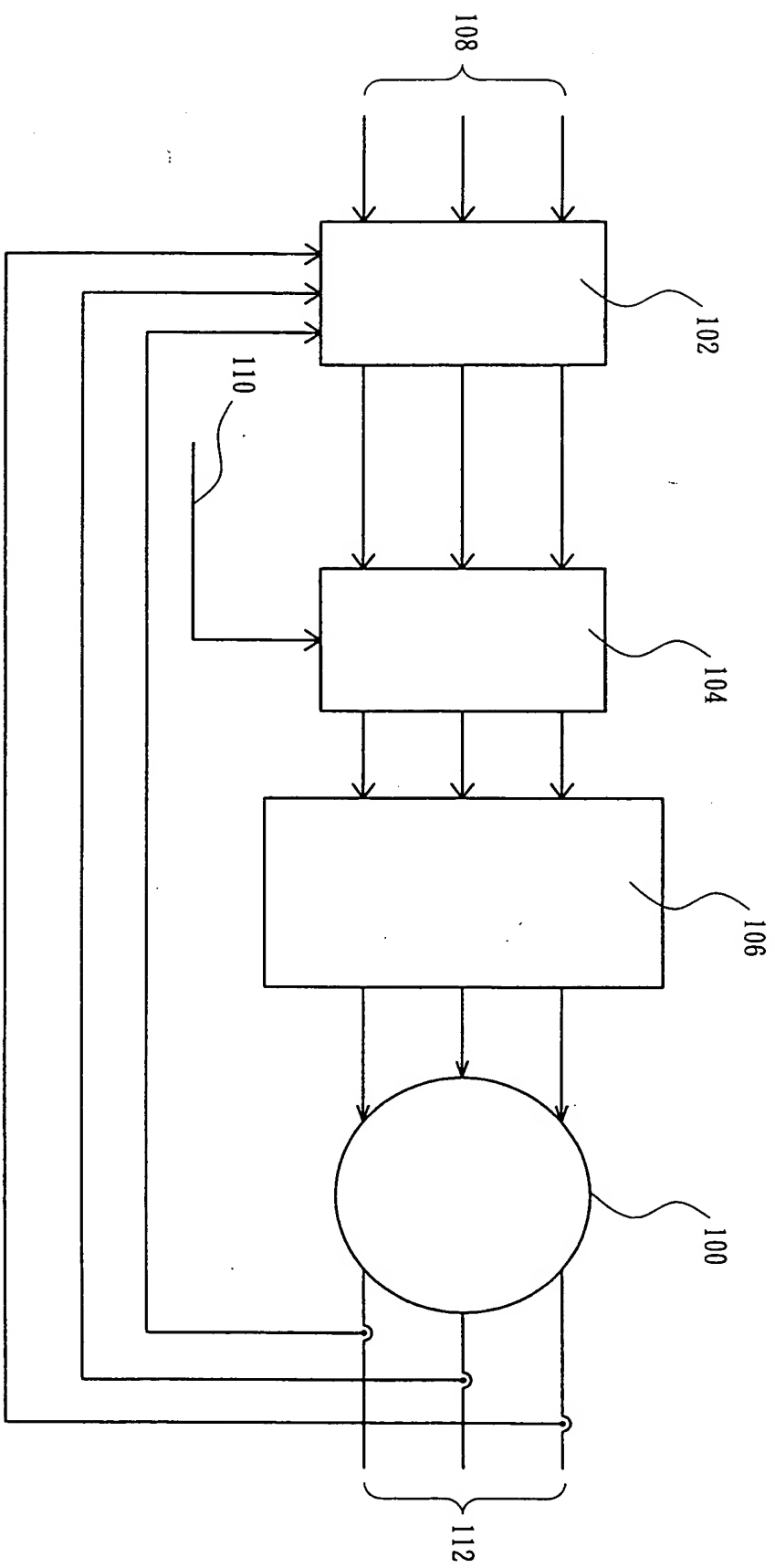
第 5a 圖



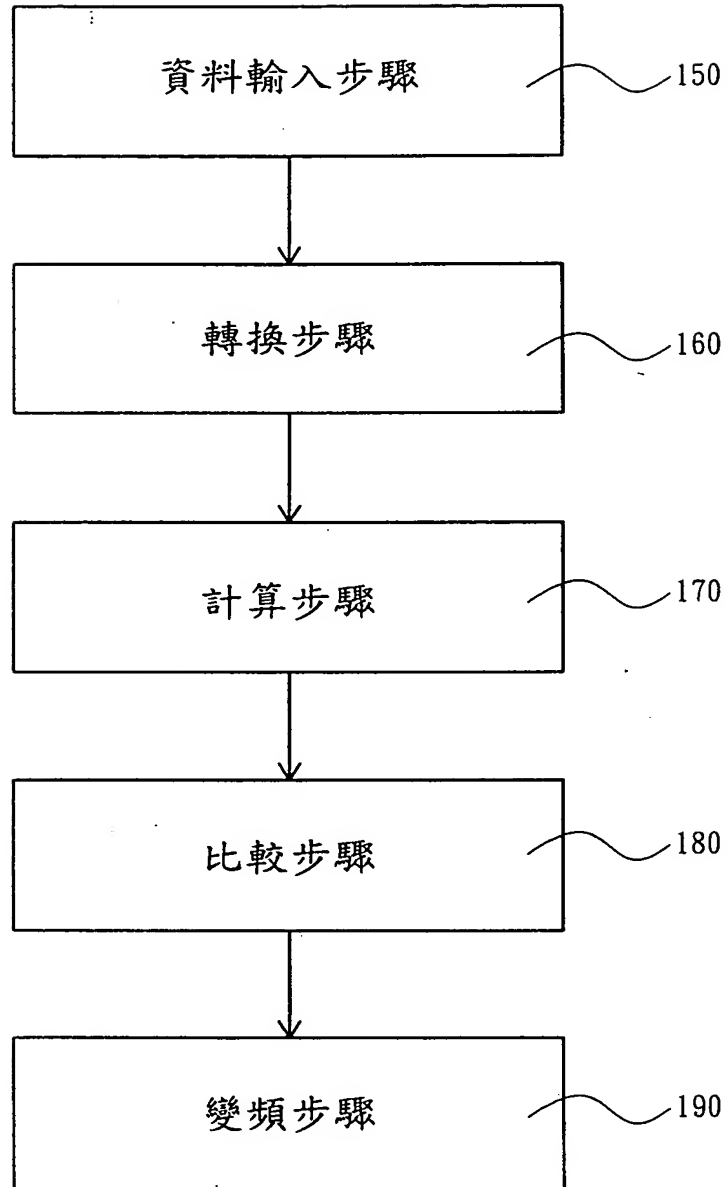
第 5b 圖



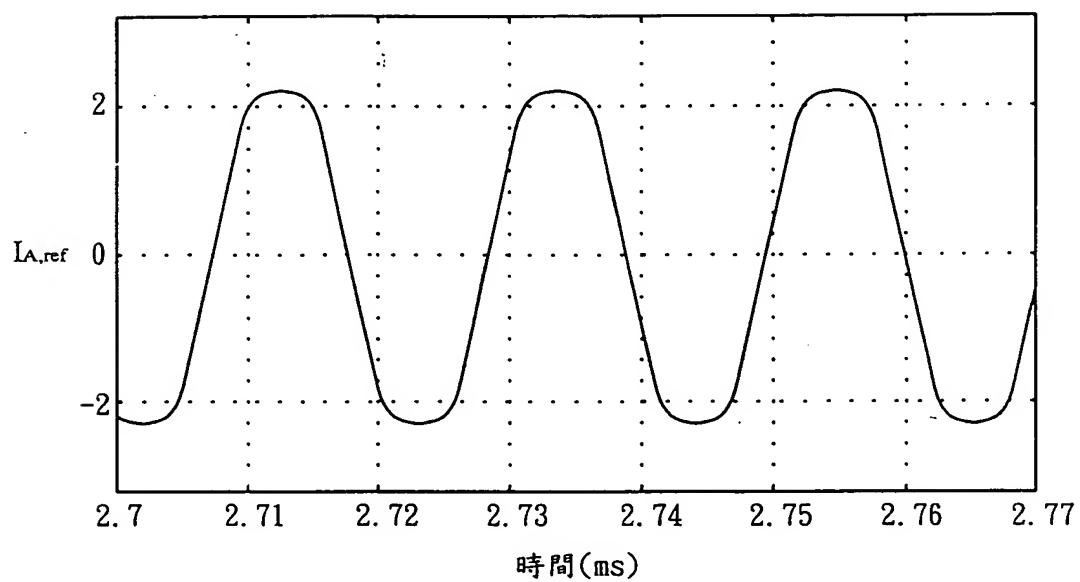
第 5c 圖



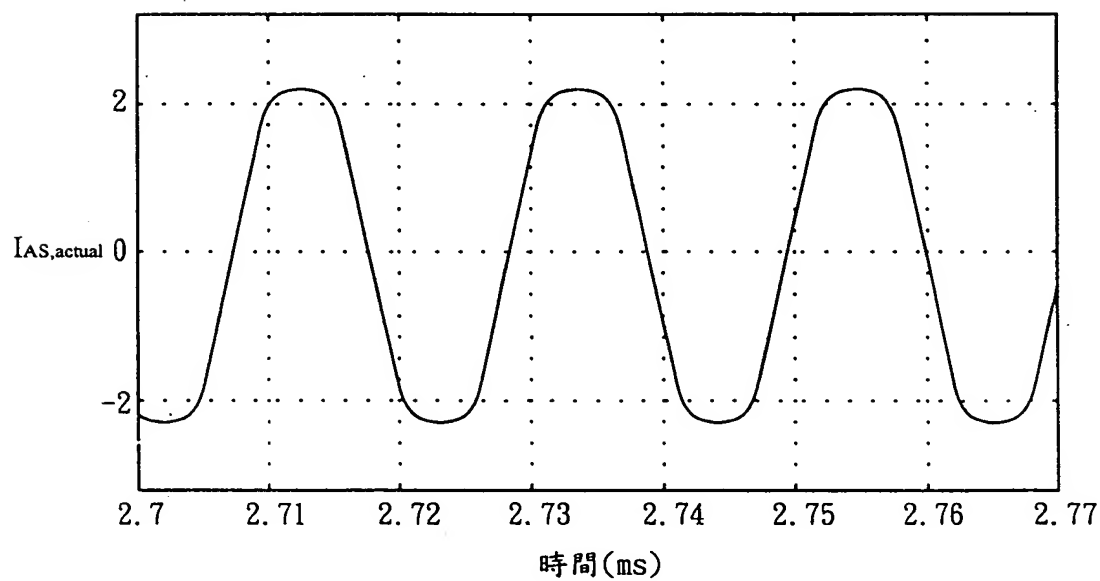
第 6 圖



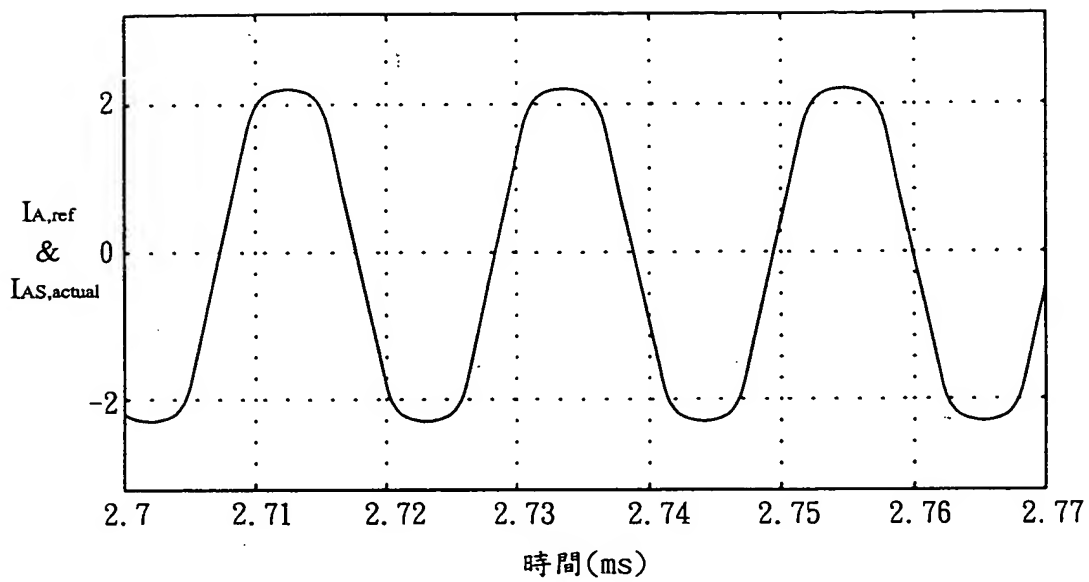
第 7 圖



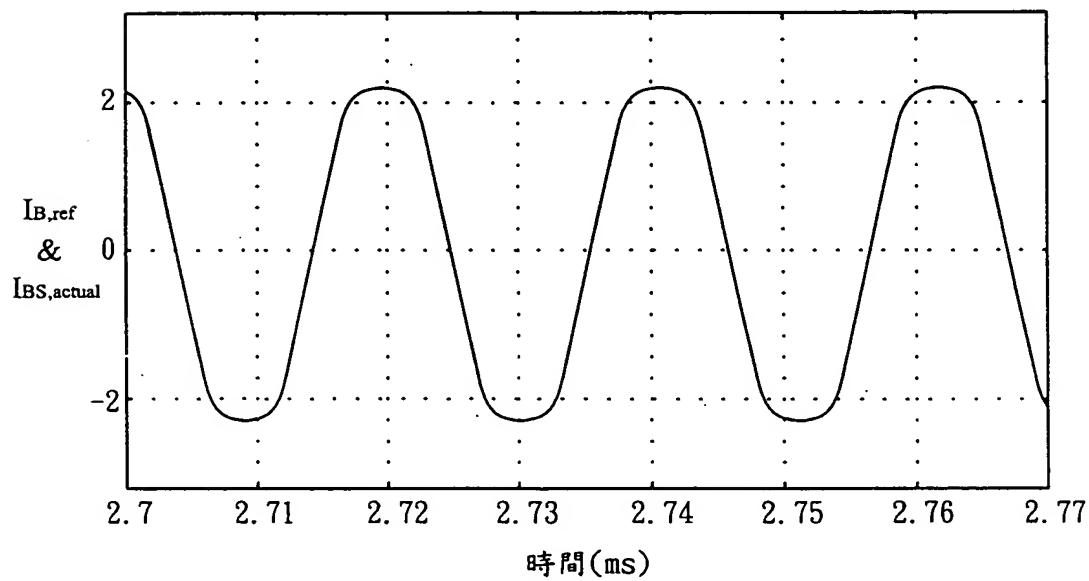
第 8a 圖



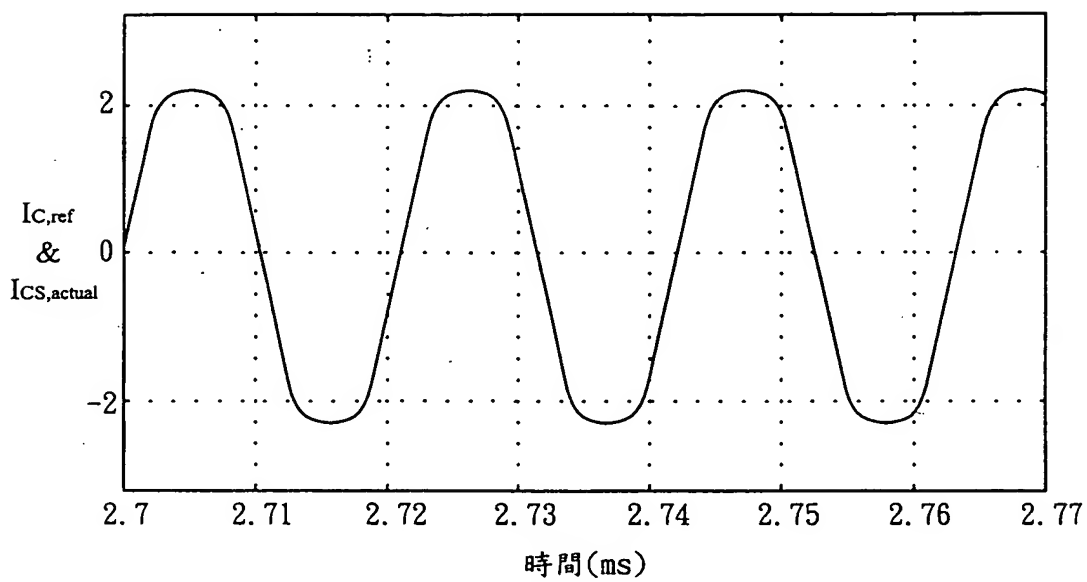
第 8b 圖



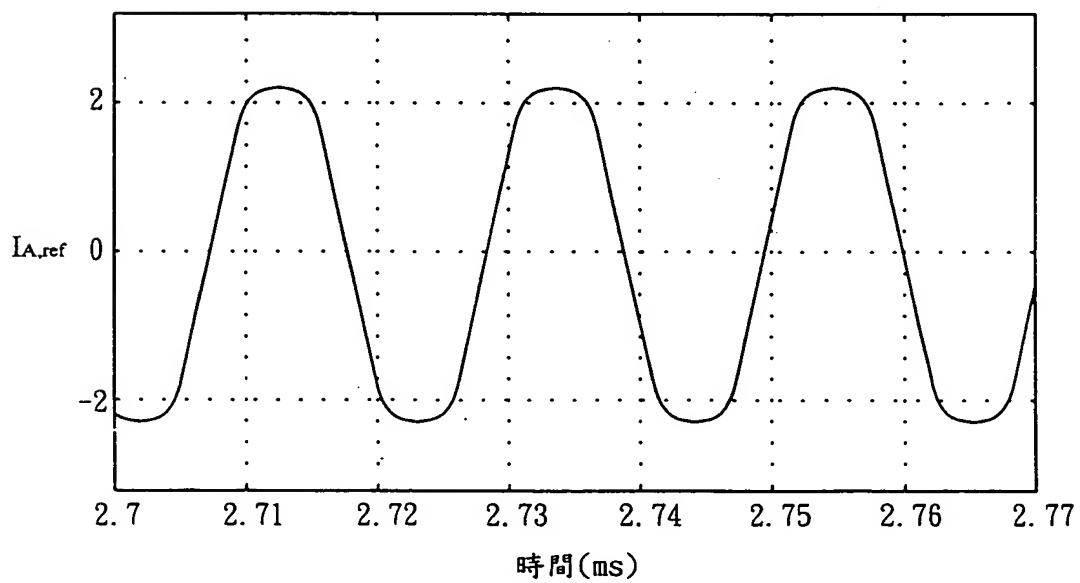
第 9a 圖



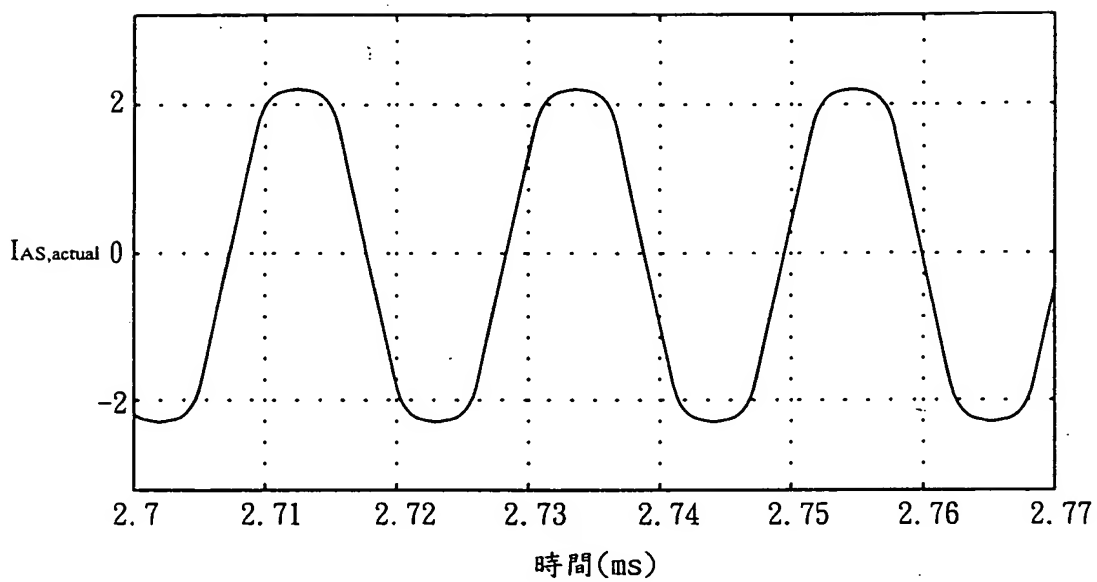
第 9b 圖



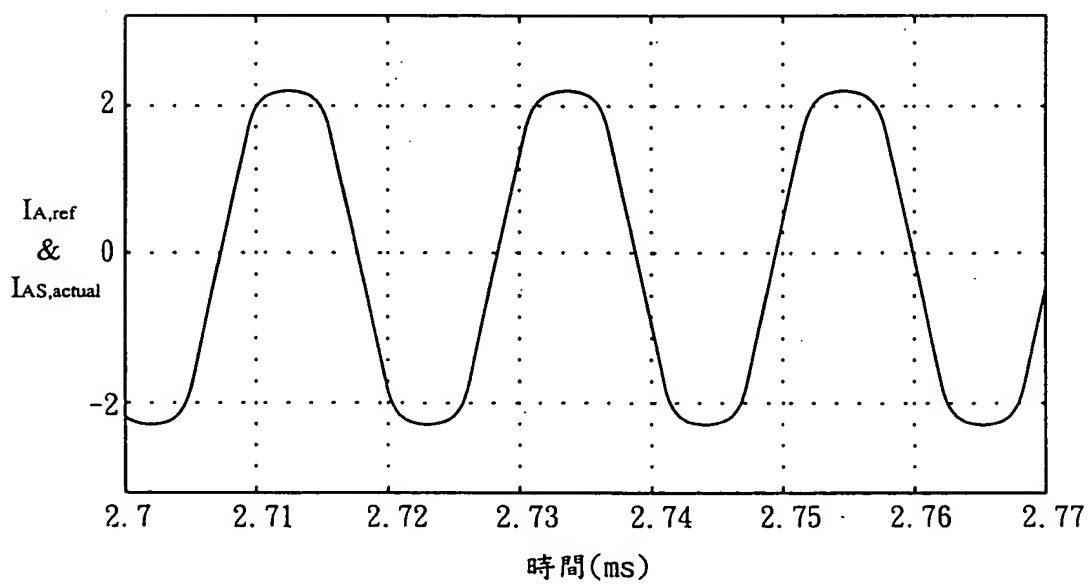
第 9c 圖



第 10a 圖

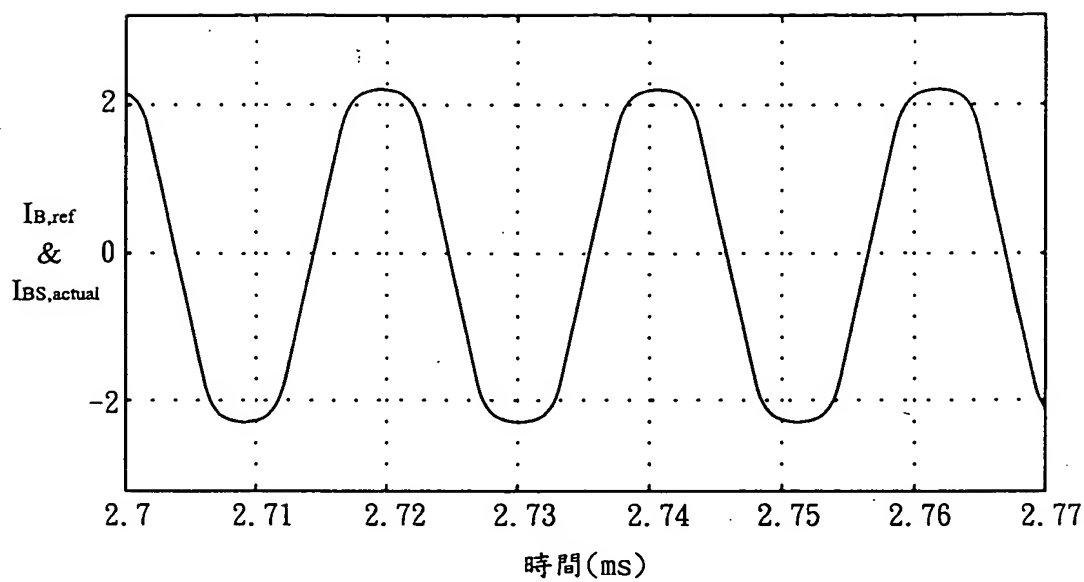


第 10b 圖

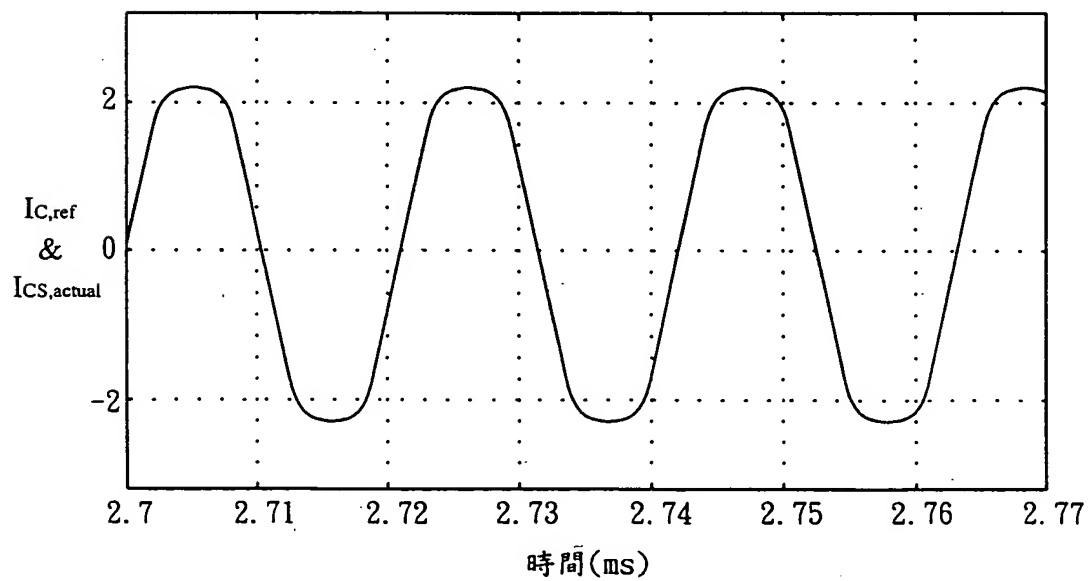


第 11a 圖

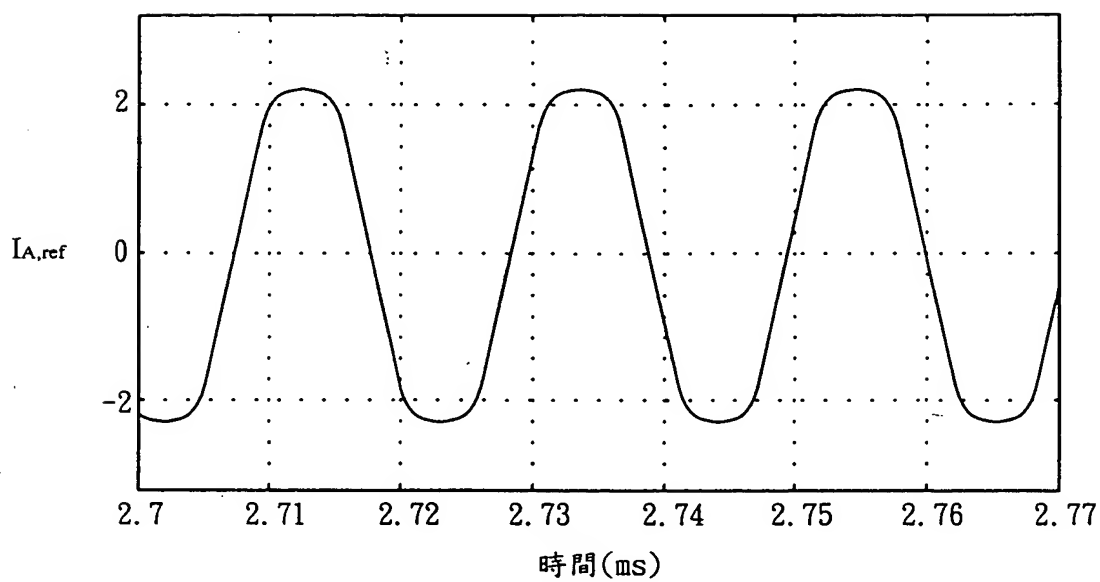




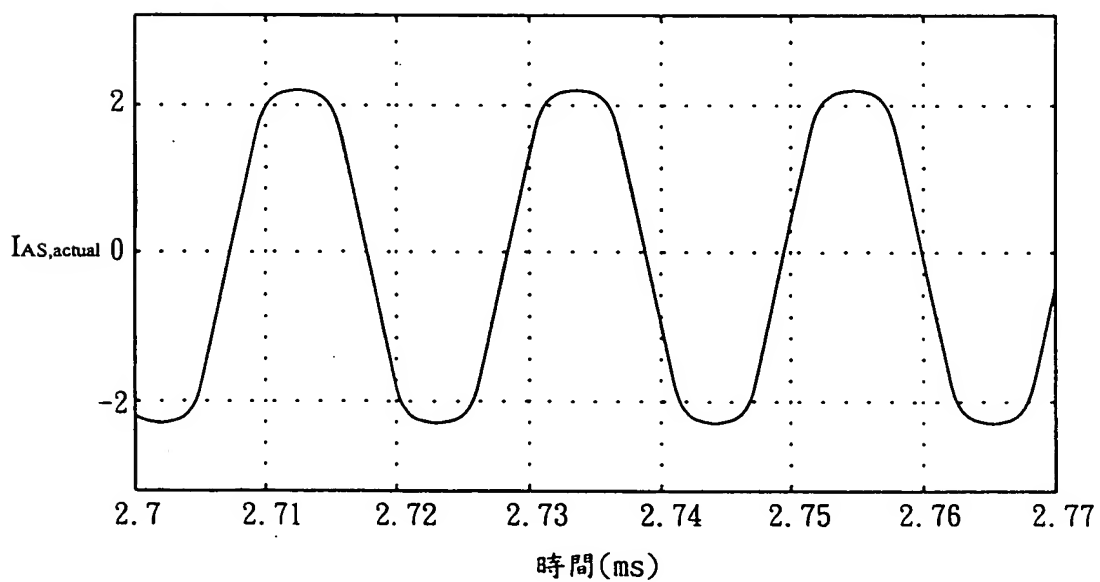
第 11b 圖



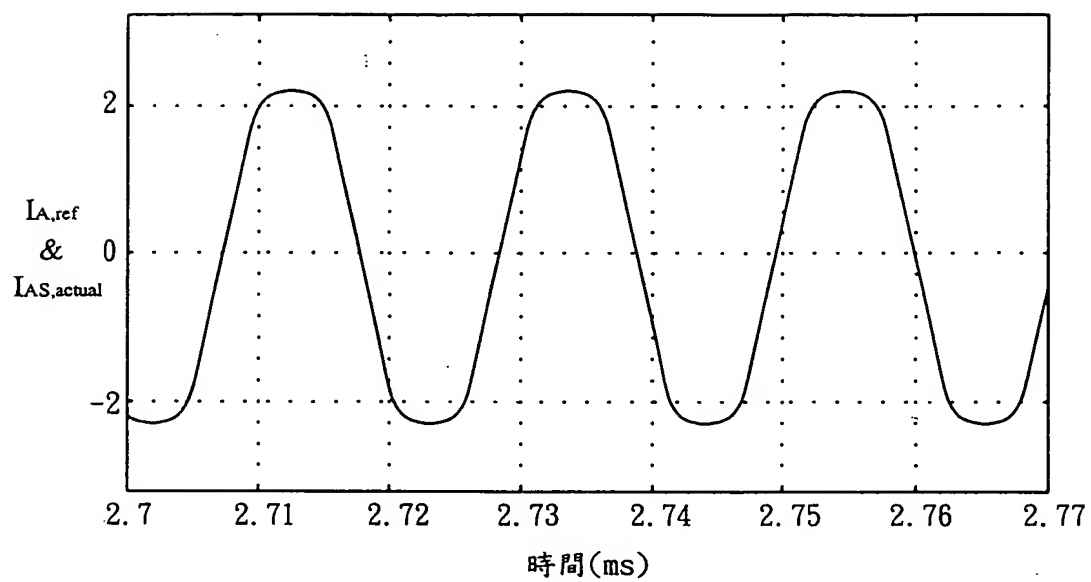
第 11c 圖



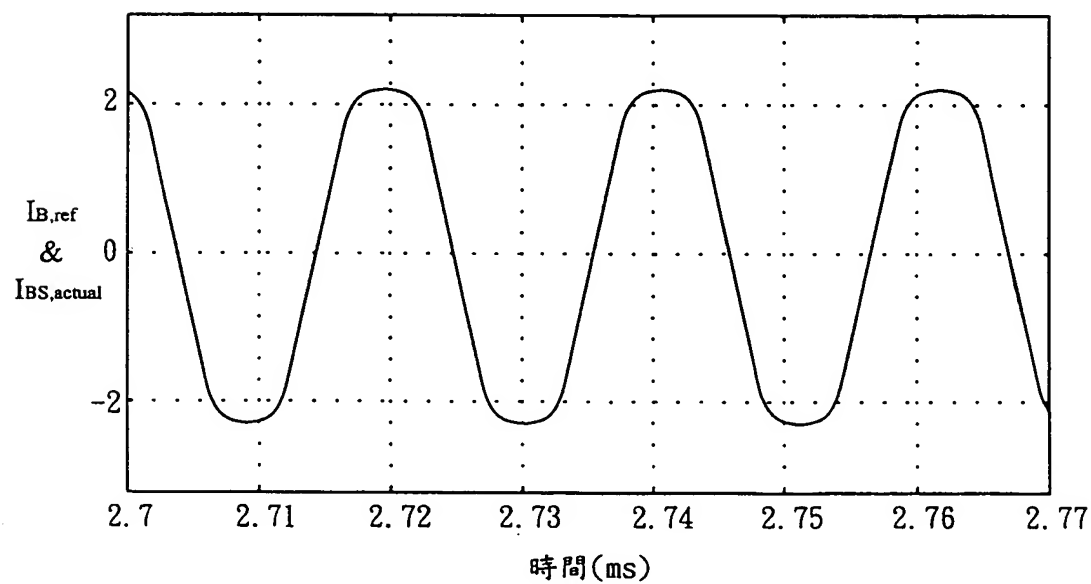
第 12a 圖



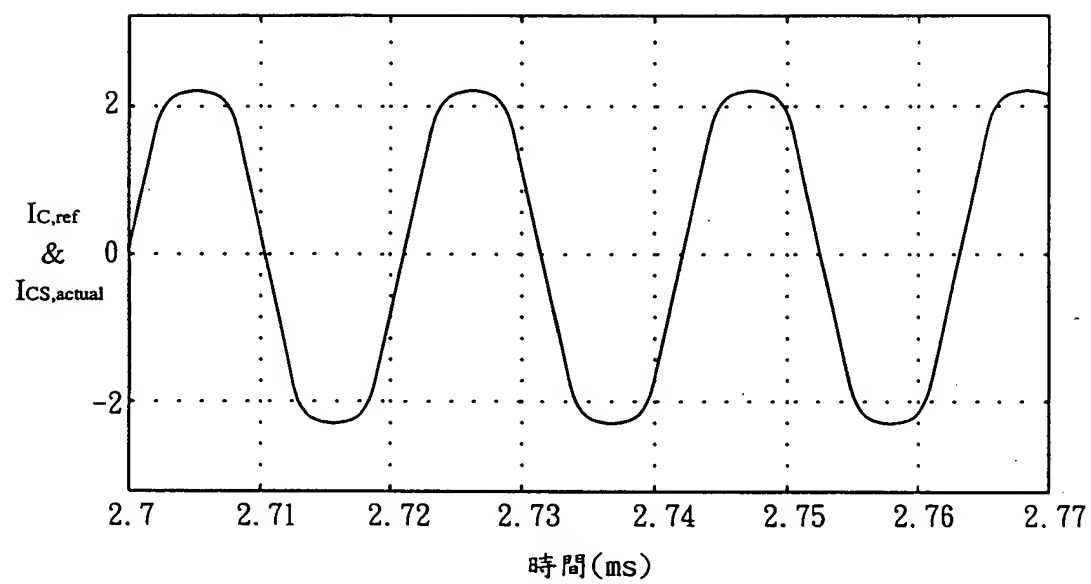
第 12b 圖



第 13a 圖



第 13b 圖



第 13c 圖